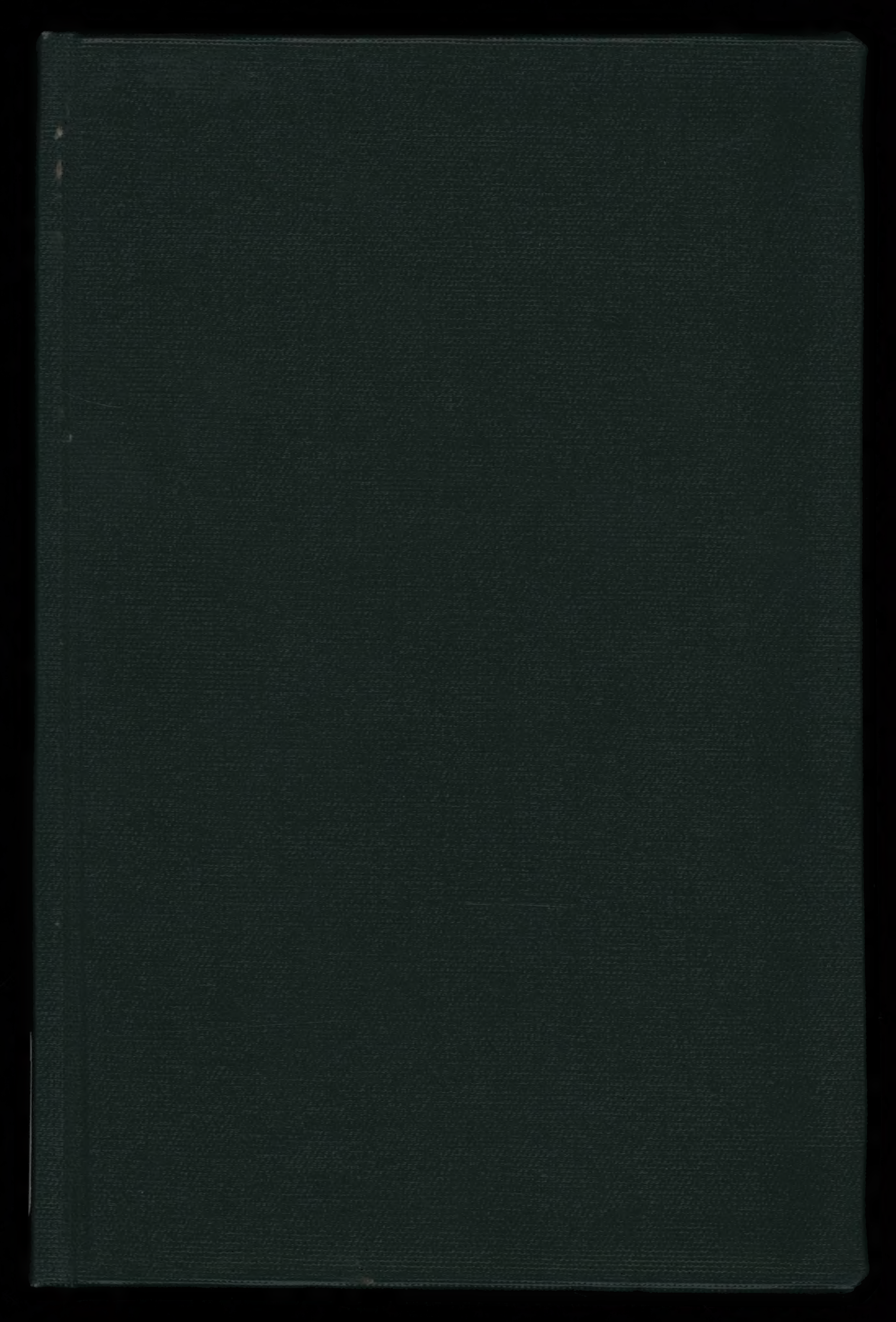
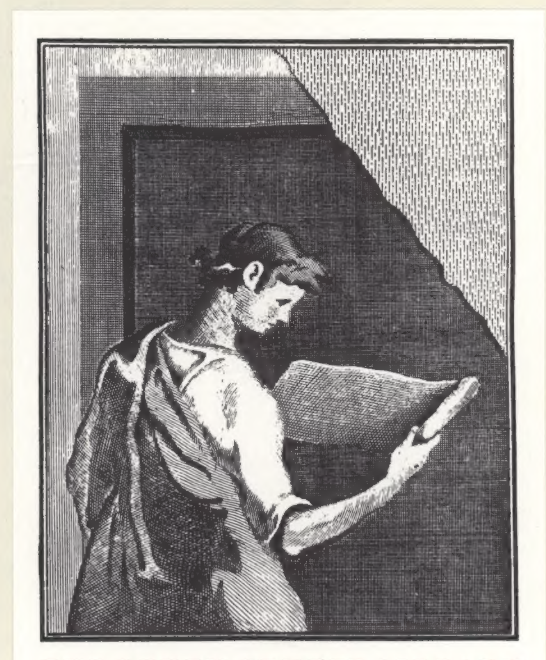




LA PHOTOGRAPHIE ANIMÉE.

6286 B. — PARIS, IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,

55, Quai des Grands-Augustins.



BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

LA PHOTOGRAPHIE ANIMÉE

PAR

Eug. TRUTAT,
Directeur du Musée d'Histoire naturelle de Toulouse,
Président honoraire de la Société photographique de Toulouse.

AVEC UNE PRÉFACE DE

J. MAREY,
Membre de l'Institut.



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE,
ÉDITEUR DE LA BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1899



PRÉFACE.

C'est pour les besoins de la Science que la Chronophotographie est née. Cette méthode a pris des formes diverses, afin de se prêter à l'étude des phénomènes les plus complexes et les plus rapides ; elle progresse si vite que bientôt elle nous aura fait connaître dans ses variétés infinies le mouvement, cette chose autrefois presque insaisissable. La Chronophotographie s'est rapidement répandue dans le monde entier ; mais, si elle a acquis la popularité, ce n'est pas en raison de sa valeur véritable : elle a eu cette bonne fortune d'intéresser le public par les charmantes illusions qu'elle donne. Rien de plus saisissant, en effet, que la manière dont elle remet sous nos yeux les scènes de la vie ordinaire, ou les grands spectacles de la Nature : une manœuvre militaire, le défilé d'un cortège, la marche d'un train de chemin de fer, les mouvements des vagues de la mer, sont les *projections animées* qu'on accueille avec le plus de faveur.

Le succès de ce genre de spectacles a suscité maintes recherches ; beaucoup d'esprits ingénieux se sont appliqués à perfectionner ou tout au moins à modifier les appareils, parfois seulement à leur donner de nouveaux noms. Le Livre plein d'intérêt que M. Trutat m'a chargé de présenter au

public montre la variété des moyens employés pour atteindre ce but, toujours le même : projeter sur un écran, à des intervalles de temps très rapprochés, une série d'images représentant les phases successives d'un mouvement.

L'Auteur nous fait suivre pas à pas les progrès réalisés par les divers inventeurs ; il montre les imperfections des premiers appareils, indique les moyens employés pour les corriger l'une après l'autre, et signale enfin les solutions les plus parfaites et les plus pratiques. Ce Livre sera un guide précieux pour tous ceux que tentera l'ambition de créer de nouveaux types de chronophotographes, afin de perfectionner encore la Photographie animée. Mais ce n'est peut-être pas là qu'est l'intérêt véritable de la Chronophotographie.

Si parfaite que soit la reproduction des scènes qui nous sont familières, nous commençons à nous lasser de les voir. L'animation d'une rue avec les passants, les chevaux, les voitures qui s'entrecroisent en sens divers ne suffit plus à captiver l'attention. Déjà la recherche de sujets curieux s'impose ; on va demander aux pays lointains des spectacles nouveaux qui, bientôt, ne suffiront plus eux-mêmes à soutenir l'intérêt.

C'est alors que la Chronophotographie, retournant à ses origines, redeviendra scientifique. Elle se fera la vulgarisatrice de ces spectacles toujours nouveaux, toujours captivants, dont les savants jouissent seuls encore dans leurs laboratoires. Elle montrera, dans tous les actes de leur vie, les innombrables espèces animales, celles qui volent dans les airs, celles qui nagent dans les eaux, et même celles qui ne sont visibles que dans le champ du microscope. Elle fera voir

les phases de la floraison des végétaux et les mystères de leur fécondation, toutes les espèces de machines en mouvement, la fabrication de tous les produits de l'industrie humaine. La Chimie aussi nous réserve bien des surprises avec ses cristallisations si variées et ces formes étranges qui, naissant du mélange de certains liquides, ressemblent parfois à des organismes vivants. Voilà, certes, de quoi tenir en éveil la curiosité la plus ardente. Ces exemples, cependant, ne montrent pas encore toute la puissance de la Chronophotographie.

Oui, les photographies animées ont fixé pour toujours des mouvements essentiellement fugitifs; elles permettent de voir et de revoir indéfiniment des phénomènes parfois difficiles à reproduire; mais enfin ce qu'elles montrent, l'œil eût pu le voir directement; elles n'ont rien ajouté à la puissance de notre vue, rien enlevé de ses illusions. Or, le vrai caractère d'une méthode scientifique est de suppléer à l'insuffisance de nos sens ou de corriger leurs erreurs. Pour y arriver, la Chronophotographie doit donc renoncer à représenter les phénomènes tels que nous les voyons.

Une première manière consiste à changer la durée des phénomènes, à ralentir ceux qui sont trop rapides pour que notre œil en puisse saisir les phases, à accélérer ceux qui nous échappent par leur extrême lenteur.

Quand un cheval est lancé au galop, nous ne voyons pas la succession des mouvements de ses jambes, pas plus que nous ne pouvons suivre par la vue les mouvements de l'aile d'un oiseau. Mais si l'on change la vitesse de succession des images, la Chronophotographie peut nous montrer le cheval

exécutant avec lenteur les mouvements du galop, l'oiseau voler en battant lentement des ailes. Alors le phénomène, que sa grande vitesse rendait presque insaisissable, devient facile à observer et à comprendre.

Qu'a-t-il fallu pour rendre, par exemple, cinq fois plus lent un mouvement qui était trop rapide ? Il a suffi de prendre, à chaque seconde, cinq fois plus d'images du cheval ou de l'oiseau qu'il n'en faut pour avoir la sensation continue du mouvement, et, dans la projection de ces images, d'en ralentir la succession à la fréquence nécessaire.

Inversement, les phénomènes très lents, les mouvements des nuages, l'épanouissement d'une fleur, l'accroissement d'un végétal, deviennent très saisissables lorsque, en prenant les images à de longs intervalles, on les projette en un temps très court.

Ainsi, par le simple changement de vitesse des mouvements qu'elle reproduit, la Chronophotographie facilite singulièrement l'observation de la Nature. Mais on peut lui demander plus encore. Un mouvement, pour être bien connu, doit être exactement mesuré dans les deux éléments qui le constituent : l'espace et le temps ; ces deux grandeurs doivent être ramenées à la commune mesure, le mètre. Or, ce résultat a été atteint par la Chronophotographie.

Le Livre de M. Trutat rappelle les premiers essais d'une méthode par laquelle les images successives, combinées en une figure unique, forment une véritable épure du mouvement : c'est la Chronophotographie sur plaque fixe. Les figures ainsi obtenues se prêtent à une analyse rigoureuse au moyen de la règle et du compas. Cette méthode a pris,

dans ces derniers temps, des développements imprévus ; elle se répandra, j'espère, parmi les savants et les expérimentateurs, car, grâce à elle, il n'est pour ainsi dire pas de mouvements qu'on ne puisse connaître d'une façon parfaite.

Cette fois, la Chronophotographie s'est tout à fait transformée; les images animées se sont immobilisées en des figures géométriques; l'illusion des sens s'est évanouie, mais elle a fait place à la satisfaction de l'esprit.

Tout cela est contenu dans la Chronophotographie, dans ces images successives que l'on peut à son gré présenter sous des apparences très diverses. Quel que soit le but qu'on se propose, il faut avant tout obtenir de bonnes images, offrant des contours parfaitement nets et recueillies à des intervalles de temps rigoureusement égaux; les perfectionnements réalisés dans l'obtention de ces images profiteront également aux diverses applications de la Chronophotographie. Rien n'est plus intéressant que de suivre dans le Livre de M. Trutat l'origine, l'évolution et les perfectionnements de cette méthode.

J. Marey,

de l'Académie des Sciences.

AVANT-PROPOS.

La sensibilité merveilleuse des plaques photographiques a déjà donné des résultats auxquels on ne pouvait guère s'attendre. Physiciens, chimistes, mécaniciens, combinant leurs efforts, ont réussi à faire revivre le passé, pourrait-on dire à simuler la vie; il suffit, en effet, aujourd'hui de placer une petite boîte devant une scène mouvementée, une charge de cavalerie par exemple, pour que celle-ci soit emmagasinée, conservée jusqu'au moment où le même appareil viendra peindre sur une toile tout ce qu'il a vu : les chevaux galoperont sur la toile comme ils ont galopé sur le champ de manœuvre, la poussière s'élèvera peu à peu, et l'escadron s'arrêtera brusquement au commandement de l'officier. Enfin, le bruit même de cet ouragan de chevaux, le cliquetis des sabres, sera reproduit : alors l'illusion sera complète. Dans vingt ans, dans cent ans, pareille scène pourra être reconstituée à nouveau, et il suffira d'avoir conservé dans un petit étui de quelques centimètres une pellicule de celluloïd et de gélatinobromure d'argent.

Mais cette merveilleuse invention n'a pas seulement pour but les exhibitions pittoresques du cinématographe; entre les mains des hommes de science, elle a déjà donné des résultats de la plus haute importance, et notre éminent physiologiste, M. Marey, est parvenu à instituer de la sorte une méthode d'observation du plus haut intérêt. La marche des animaux, analysée par l'appareil chro-

nophotographique, a été décomposée dans ses moindres détails; bien des problèmes insolubles jusqu'à présent ont été résolus. Les peintres, par exemple, ont pu se convaincre que leurs dessins étaient de pure convention, et qu'un cheval au galop ne pouvait pas se trouver dans la position que leur donnent ordinairement les dessins courants. L'analyse des mouvements a non seulement constaté l'erreur commise, mais encore elle l'a expliquée, et elle a indiqué comment elle pouvait être corrigée sans cependant violer les lois de l'esthétique.

La Photographie du mouvement, la Photographie animée (celle qui reproduit les mouvements), n'existe que depuis quelques années, mais grâce au succès qu'elle a obtenu, grâce à la mode, elle a fait de si rapides progrès que l'on peut dire qu'elle est parvenue aujourd'hui presque à son dernier degré de perfection. On peut donc écrire son histoire, et c'est ce que nous sommes proposé de faire dans ce Volume.

Nous étudierons tout d'abord les origines de cette méthode, en suivant la marche rapide des inventeurs. Nous décrirons en premier lieu le système à appareils multiples, puis ceux à bande sensible, tous dérivés de l'appareil de M. Marey, pour en arriver aux cinématographes, dont la liste est déjà longue, et qui courent à l'envi à l'assaut de la faveur, à la suite du cinématographe de MM. Lumière.

Nous étudierons enfin les méthodes qui nous semblent les plus pratiques, pour l'obtention des bandes photographiques, et leur emploi dans la lanterne à projections.

E. Trutat.

LA

PHOTOGRAPHIE ANIMÉE.

CHAPITRE I.

ORIGINES DE LA PHOTOGRAPHIE ANIMÉE.

Persistance de la vision. — Il n'est pas d'enfant qui ne se soit amusé à faire tourner rapidement un charbon incandescent : il se produit alors une raie de feu continue. C'est là une illusion d'optique qui provient de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine. Lorsque notre œil reçoit une impression vive, l'image produite alors ne disparaît pas instantanément, elle s'efface graduellement, et, d'après les expériences de Plateau, cette persistance serait en moyenne d'un douzième de seconde, dans le cas du charbon incandescent ; mais elle varie suivant la puissance d'éclairement de l'objet observé. Ainsi nous apercevons l'étincelle électrique, et cependant elle est presque instantanée, tandis qu'une balle ou un boulet ne peuvent être aperçus à leur passage, et pourtant leur vitesse est bien moindre ; mais l'un est éclairé vivement, l'autre ne réfléchit qu'une lumière diffuse.

L'explication physiologique de cette aptitude particulière de l'œil a été découverte presque simultanément en 1876 par Boll et par Kühn. Ils démontrèrent que le fond de l'œil était imprégné d'une substance particulière, le pourpre rétinien extrêmement sensible à la lumière. Ce pourpre rétinien était détruit par les images lumineuses d'une façon analogue à celle qui modifie les sels d'argent de la plaque photographique ; mais, sous l'action vitale, cette substance sensible se reconstituait avec une rapidité extrême. La persistance de la vision résulte donc de l'espace de temps pendant

lequel s'opèrent cette destruction et cette reconstitution du pourpre rétinien. Plus la lumière est brillante, plus profonde et plus longue est l'action de destruction, plus longue est la persistance lumineuse. L'expression vulgaire « un œil brûlé par la lumière » est donc absolument exacte, et cette brûlure, cette destruction du pourpre rétinien, est plus ou moins profonde suivant l'intensité lumineuse ; elle est des plus vives par exemple sous l'action de l'éclair magnésique, et demande plusieurs minutes pour se dissiper.

Tel est le phénomène physiologique qui est le point de départ des divers instruments qui permettent de produire l'illusion du mouvement et, en dernière analyse, la Photographie animée.

Comme nous l'avons dit déjà, la durée de persistance des impressions lumineuses sur la rétine varie avec l'éclairement de l'objet; pour un éclairement moyen, elle est d'environ $\frac{2}{45}$ de seconde. Il en résulte que si un objet éclairé se trouve devant notre œil et qu'un écran opaque vienne nous le masquer pendant $\frac{1}{45}$ de seconde, par exemple, son image persistera dans notre œil pendant $\frac{1}{45}$ de seconde, et nous ne nous apercevrons même pas de son éclipse passagère.

« Supposons maintenant qu'on ait photographié sur une bande pelliculaire, à $\frac{1}{15}$ $(\frac{3}{45})$ de seconde d'intervalle, les positions successives d'un objet en mouvement. Les diverses épreuves obtenues sont semblables à elles-mêmes, c'est-à-dire que si l'on superpose deux quelconques d'entre elles, les parties qui représentent des objets fixes se recouvrent exactement, tandis que celles qui correspondent à l'objet en mouvement occupent des positions dont l'écart mesure en quelque sorte le déplacement accompli entre les instants où ont été prises les deux épreuves. Cela posé, admettons qu'on ait pris ainsi 900 épreuves successives, pendant une minute, et projetons sur un écran, au moyen d'une lanterne, l'épreuve n° 1, éclipsons-la ensuite en interposant sur le faisceau lumineux un écran opaque qui ne masque la lumière que pendant $\frac{1}{45}$ de seconde ; d'après ce que nous venons de dire, notre œil continuera à voir l'image projetée, non seulement pendant tout le temps du passage de l'écran opaque, mais encore après qu'il a passé pendant un temps égal à la différence entre $\frac{2}{45}$ de seconde (durée de persistance) et $\frac{1}{45}$ de seconde (durée de passage de l'écran), soit $\frac{1}{45}$ de

seconde. Supposons alors que pendant la durée de l'éclipse on ait réussi à substituer l'image n° 2 à l'image n° 1. Quand l'écran démasquera à nouveau le faisceau lumineux, nous verrons encore pendant $\frac{1}{45}$ de seconde l'image n° 1, affaiblie évidemment, à laquelle vient se superposer l'image n° 2, et comme les parties immobiles coïncident exactement, notre œil percevra la sensation de l'attitude n° 2 de l'objet en mouvement succédant à l'attitude n° 1.

» Si l'on substitue, de même, pendant des périodes successives et rapides, le n° 3 au n° 2, le n° 4 au n° 3, et ainsi de suite jusqu'au n° 900, il est évident que notre œil aura devant lui toujours la même image dans laquelle l'objet en mouvement passera progressivement de l'attitude n° 1 à l'attitude n° 900.

» L'œil verra donc marcher sur l'écran la photographie de cet objet.

» Il fallait trouver un appareil permettant de produire ainsi 900 éclipses de lumière à la minute, au moyen desquelles se feraient automatiquement 900 substitutions d'images. » (Lumière.)

Mais avant d'arriver à ces appareils, quasi-merveilleux, qui permettent aujourd'hui de projeter devant un nombreux auditoire, et en grandes dimensions, une scène pittoresque, les physiciens ont combiné plusieurs instruments, beaucoup moins parfaits, mais dans lesquels était en germe l'invention de ces projections animées.

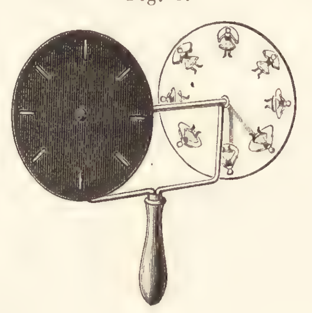
Nous croyons donc utile de passer rapidement en revue les plus intéressantes de ces combinaisons.

Phénakisticope de Plateau. — Deux modèles ont été proposés successivement par le savant physicien belge. Le premier (*fig.* 1), se compose de deux disques de carton montés aux deux extrémités d'un axe, dont la longueur est égale à celle de la vision distincte. Le premier de ces plateaux est noir et percé vers son bord de fentes étroites et placées à distances égales. Le second plateau, divisé en autant de segments qu'il y a de fentes sur le plateau noir, porte une série de dessins qui représentent les diverses phases d'un mouvement. Si l'on fait tourner assez rapidement les deux disques, et que l'on place l'œil en face des fenêtres du disque noir, on voit une seule image qui donne la sensation du mouvement.

Dans un second modèle, il n'existe plus qu'un disque, noir sur

une face, blanc sur l'autre ; celle-ci est divisée en un nombre quelconque de segments égaux. Chacun de ces segments porte une

Fig. 1.



fente étroite, pratiquée vers le bord du disque ; au-dessous sont dessinées les différentes images, comme dans le cas précédent.

Le disque ainsi préparé est placé devant une glace, et, par les fentes, on regarde l'image produite sur la glace. Si l'on fait tourner le tout, la même illusion se produit et le mouvement se reconstitue.

Zootrope. — Dans le zootrope (*fig*. 2), au lieu d'un disque plat

Fig. 2.



on fait usage d'un cylindre vertical, à l'intérieur duquel ont été dessinées les images multiples ; au-dessus de chacune d'elles est percée

une fente verticale. En faisant tourner rapidement le cylindre sur son axe, on obtient la même illusion de mouvement qu'avec le phénakisticope de Plateau. Mais dans ce système les images ne sont pas fixes, elles se déplacent et manquent de netteté.

Zootrope de Clerk Maxwell. — Pour pallier ces défauts, le physicien anglais Clerk Maxwell proposa la combinaison suivante, que nous trouvons décrite dans l'*Année scientifique* de Figuier (1869).

« Le perfectionnement apporté au zootrope par M. Clerk Maxwell consiste dans la substitution de grandes lentilles concaves aux fentes étroites. La longueur focale de ces lentilles est égale au diamètre du cylindre, d'où il suit que l'image virtuelle des dessins sur le côté opposé du cylindre est formée exactement sur l'axe du cylindre. Aussi, pendant tout le temps qu'un des dessins est visible à travers une des lentilles, paraît-il en repos, le mouvement de la lentille neutralisant exactement celui du dessin. L'image est donc formée sur la rétine avec une netteté parfaite et continue à être vue pendant le temps du passage de la lentille, et non pas seulement pendant le temps très court du passage de la fente. »

Praxinoscope de Reynaud. — Le praxinoscope est également un perfectionnement du zootrope; il se compose (*fig.* 3)

Fig. 3.



d'un cylindre semblable au précédent, mais dans lequel a été supprimée la partie qui porte les ouvertures. Au centre se trouve placé une sorte de prisme, à faces multiples, en glaces étamées. A l'in-

térieur du cylindre on fixe une bande portant les dessins ordinaires, et ceux-ci doivent être en nombre égal à celui des faces du prisme.

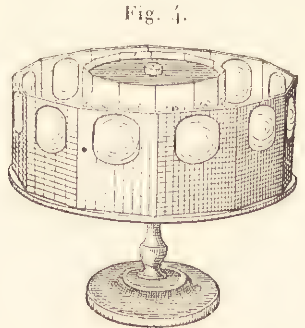
Tachyscope. — Dans tous ces appareils, les images étaient produites par des dessins faits à la main, et de là une illusion approchée. M. Anschütz, de Lissa, a eu l'heureuse idée de les remplacer par des photographies, et son instrument, qu'il a nommé le *tachyscope*, donne des résultats excellents.

Phakinescopes. — Tout récemment M. Abadie-Dutemps a proposé une modification des plus intéressantes à ces appareils à vision directe, et sous le nom de *phakinescopes*, il a établi une série d'appareils qui permettent d'éviter les défauts de ceux qui les ont précédés ([1]), et nous lui empruntons les descriptions suivantes.

Phakinescope à prismes. — « Dans cet appareil une série de lentilles convergentes sont fixées sur la surface latérale d'un prisme régulier qui peut tourner autour de son axe de figure.

» Un cylindre, ou mieux un autre prisme ayant un même nombre

Fig. 4.



de faces que le premier, placé concentriquement à l'intérieur de celui-ci, porte un dessin en regard de chaque lentille.

» Sur le modèle *fig.* 4 ces lentilles sont au nombre de douze.

([1]) Nous renvoyons au savant Mémoire de M. Abadie-Dutemps, pour la théorie mathématique des phakinescopes : *Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse*, année 1896, p. 555 et suivantes.

Elles sont enchâssées dans des fenêtres à bords latéraux rectilignes.

» Une feuille de papier très fort en forme de manchon et pliée en douze parties porte les dessins. On la place autour d'un cylindre central qu'elle enveloppe en formant les facettes latérales d'un prisme régulier à douze pans correspondant aux lentilles.

» On voit que ce phakinescope ressemble à un praxinoscope où l'on aurait mis des lentilles à la place des dessins et ces derniers à la place des miroirs.

» Si F est la distance des lentilles à l'axe de rotation, on placera le dessin à une distance f de celles-ci telle que F soit la longueur du foyer conjugué virtuel répondant à f.

» Le centre de l'image virtuelle de chaque dessin étant alors situé sur l'axe de rotation, celle-ci s'y trouvera, pendant le déplacement devant l'œil de la lentille correspondante, immobilisée comme dans les appareils de Clerk-Maxwell et de M. Reynaud, résultat qui se déduit du reste de la relation

$$\frac{V}{U} = \frac{F}{F - f},$$

qui existera toujours entre les vitesses V et U pendant la rotation de l'appareil. »

Phakinescope à hélice. — Le système précédent a, comme tous ceux se rapportant au genre zootrope, l'inconvénient de ne comporter qu'un petit nombre de dessins, puisque ce nombre, égal à celui des lentilles, est toujours assez limité.

» Il serait possible de l'augmenter beaucoup en modifiant l'appareil, ainsi que le représente la *fig.* 5.

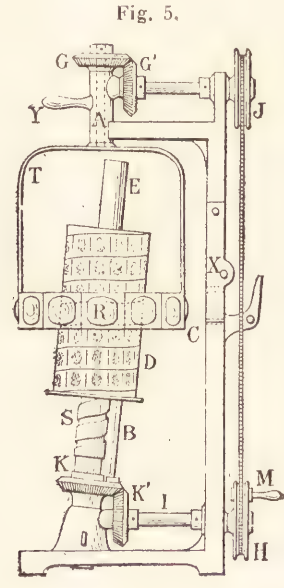
» Les lentilles sont placées sur le pourtour d'une couronne horizontale (supportée par un axe ou fourche T mobile autour d'un arbre vertical A, indiqué en pointillé) dont l'axe prolongé passerait par son centre.

» Dans l'intérieur de cette couronne s'engage obliquement un cylindre D sur lequel les dessins ou photographies sont disposés en hélice.

» L'inclinaison de ce cylindre, dont l'axe passe aussi par le centre de la couronne, est telle que la tangente à l'hélice, vis-à-vis de l'endroit R où l'on regarde, soit horizontale.

» Ce cylindre est embroché suivant son axe par une vis fixe S de même pas que l'hélice, et porte à sa partie inférieure un écrou qui mord sur cette vis, de telle sorte que lorsqu'on le fait tourner sur

Fig. 5.



lui-même, chacun des dessins passe successivement et horizontalement devant le point R.

» Une tige cylindrique E, qui surmonte la vis, sert à guider aussi ce cylindre.

» Pour que les dessins paraissent immobiles pendant le passage de chaque lentille, il faut s'arranger de telle sorte que la commande des mouvements de rotation de même sens de la couronne et du cylindre aient une vitesse angulaire dans un rapport déterminé.

» Cette transmission de mouvement se fait ainsi : un arbre I, mû par la manivelle M, fait tourner les roues d'angle K' et K. La roue K, montée folle sur le bas de la vis, porte une longue broche B qui pénètre dans l'intérieur du cylindre D et l'entraîne dans son

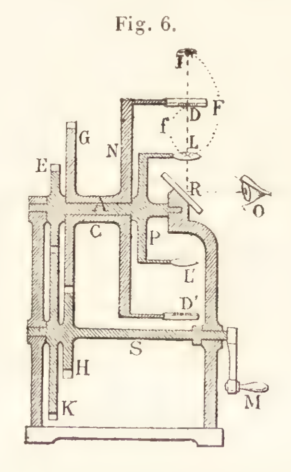
mouvement, tout en lui permettant de se déplacer longitudinalement pendant sa rotation.

» Une partie H, fixée à l'arbre I, mène par chaîne Vaucanson la poulie S montée sur un arbre horizontal qui, avec les roues d'angle G′ et G, fait tourner l'arbre A et la couronne C.

» On peut dégager le cylindre pour changer les dessins en faisant basculer autour de l'axe X la partie supérieure du bâti qu'on saisit par la poignée Y. »

Phakinescope à prismes séparés. — « On peut aussi employer un grand nombre de dessins avec des appareils à prismes ou

Fig. 6.



cylindres, à l'aide de la disposition que la *fig.* 6 (schématique) représente en coupe.

» Les lentilles L, L′ sont supportées par les faces latérales d'un prisme régulier LPL′ monté sur l'arbre A qui est mené par la roue E.

» Les dessins D, D′ sont portés par un cylindre DND′, placé ici à l'extérieur du prisme portant les verres et qui, monté sur l'arbre creux C pouvant tourner librement sur l'arbre A, est commandé par la roue G.

» Les roues E et G sont actionnées par les roues K et H fixées à l'arbre S que l'on fait tourner avec la manivelle M.

» La vitesse à donner aux lentilles doit être double de celle des

dessins, et par suite l'espacement de ces derniers devra être la moitié de celui des lentilles, et le nombre de ceux-ci devra être quadruple de celui des lentilles.

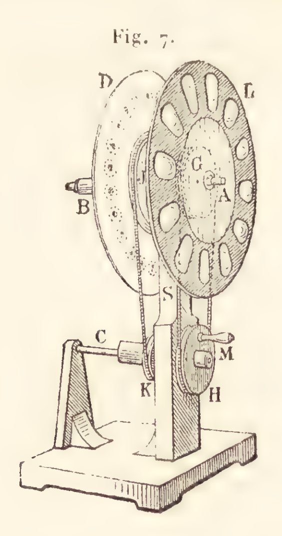
» Comme dans un appareil de petites dimensions on ne pourrait placer l'œil vis-à-vis de L, dans l'intérieur du prisme, on placera en regard de ce point, en R, un miroir incliné ou un prisme à réflexion totale fixé au bâti de l'appareil de façon à renvoyer à l'extérieur, dans l'œil placé en O, les rayons émanés de D.

» Cet appareil pourrait recevoir des bandes de cinématographe; il suffirait pour cela de faire mouvoir dans le plan tangent au cylindre en D et perpendiculairement à la figure, à l'aide d'un mécanisme d'entraînement mené par l'arbre S, le ruban substitué au cylindre DD'.

» Le cylindre DD', convenablement disposé et ajouré pour laisser voir le ruban, pourrait même être employé à produire cet entraînement. »

Phakinescope à disques. — « Dans cet appareil (*fig.* 7) les lentilles sont réparties sur le pourtour d'un disque vertical L traversé

Fig. 7.



à son centre par un arbre horizontal A, autour duquel il peut tourner librement et qui est fixé au bâti S. Une poulie G appliquée

sur sa face intérieure, et indiquée en pointillé sur la figure, sert à lui communiquer un mouvement de rotation.

» Un deuxième disque D, parallèle au premier et placé derrière lui, porte les dessins. Il peut tourner librement autour de l'arbre horizontal B, passant par son centre et fixé aussi au bâti S. Une poulie J, qui lui est accolée, sert à le faire mouvoir.

» Le rapport des vitesses angulaires des deux disques doit être égal à 2 et l'espacement des dessins est aussi la moitié de celui des lentilles.

» Ces dernières s'y trouvant au nombre de douze, le disque D porte vingt-quatre dessins.

» On pourrait songer à en augmenter encore beaucoup le nombre en les disposant en spirale sur le disque; mais il faudrait alors ajouter un mouvement de translation le long du bâti S à celui de rotation du disque. De plus, la vitesse angulaire de ce dernier devrait être progressivement augmentée.

» Bien qu'on puisse réaliser mécaniquement ces conditions, l'appareil deviendrait alors assez compliqué et sans doute moins pratique qu'un système où l'on substituerait au disque D un ruban courant sur son plan, tangentiellement à la circonférence où se trouveraient les dessins, système qui offrirait encore l'avantage de permettre l'emploi d'un nombre de dessins pour ainsi dire indéfini.

» Le phakinescope à disques se prête aisément à l'emploi de dessins transparents d'un joli effet et s'appliquera commodément au stéréoscope.

» Il a sur les systèmes à prismes ou à cylindres l'avantage d'être moins encombrant et d'une construction plus facile; mais il leur est inférieur pour la netteté des images. Celles-ci, en effet, paraissent tourner et osciller un peu pendant le passage de chaque lentille, lorsque durant ce passage l'angle au centre du disque répondant au déplacement du dessin prend une valeur sensible et que les arcs parcourus par le dessin et la lentille diffèrent trop d'une ligne droite.

» Pour atténuer ces perturbations il suffira donc de multiplier les dessins et les lentilles.

» Si ces dernières s'emploient en petit nombre et ont dans le sens perpendiculaire aux rayons du disque une largeur qui sous-tende

un angle au centre un peu ouvert, on rétrécira suffisamment dans ce sens (quitte à affaiblir ainsi un peu l'éclairage) l'ouverture des fenêtres dans lesquelles ces lentilles sont placées.

» On peut employer le phakinescope à voir distinctement un corps en mouvement rapide ; l'appareil à disques se prête surtout à cette observation.

» Pour cela, il suffit, après avoir enlevé le disque D, de faire courir l'objet dans le plan qu'occupait ce disque, tangentiellement à la circonférence que parcouraient les centres des dessins.

» Si l'on imprime alors au disque L la vitesse qu'il aurait eue dans le phakinescope si les dessins s'y étaient déplacés avec la vitesse de l'objet, l'image de ce dernier apparaîtra un instant immobile, pendant qu'il passera devant l'œil et en même temps qu'une des lentilles de l'appareil.

» C'est ainsi qu'en faisant couler de l'eau devant une fente horizontale bien éclairée, pratiquée dans un écran, on aperçoit avec netteté la forme des gouttes, composant la veine liquide, que l'on peut de la sorte étudier. »

Les phakinescopes de M. Abadie-Dutemps peuvent aussi s'appliquer aux projections, et nous indiquerons plus loin les moyens proposés par l'auteur dans ce cas.

CHAPITRE II.

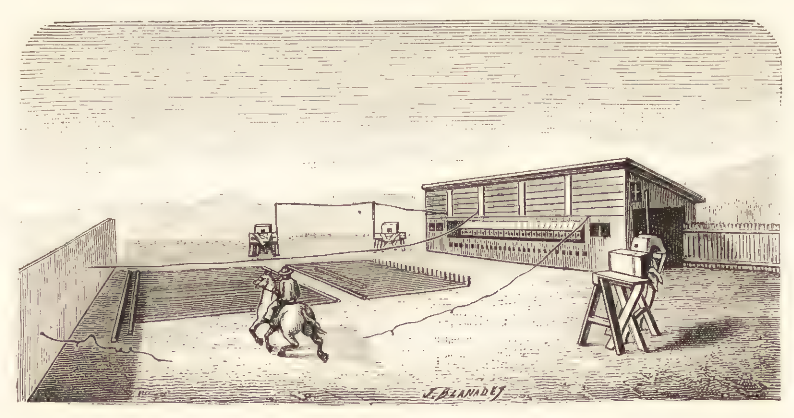
APPLICATIONS PHOTOGRAPHIQUES.



APPAREILS MULTIPLES.

Système Muybridge. — Les premiers appareils multiples ont été faits en Amérique vers 1880 par M. Starford, ancien gouverneur

Fig. 8.



de la Californie, qui confia l'exécution photographique de son projet à M. Muybridge (1).

Le champ d'expériences (*fig.* 8) se composait d'une piste établie

(1) La description de ces premières tentatives se trouve dans un Ouvrage publié sous les auspices de M. Starford, par le Dr Wilmann, *The horse in motion, as schonn by instantaneous photography*. In-4, London, Turner et Ce; 1882.

en avant d'un écran blanc légèrement incliné, de façon à éviter les

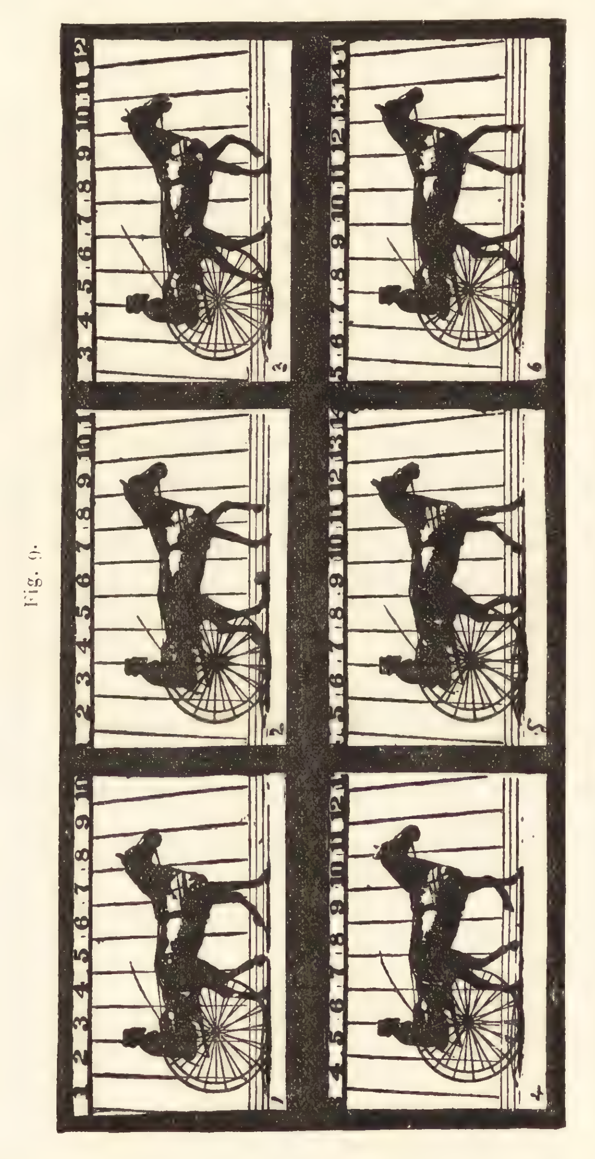


Fig. 9.

ombres portées, et orienté de manière à renvoyer la lumière dans la direction des appareils photographiques. Sur l'écran étaient

tracées des lignes équidistantes servant de points de repères.

En face, une sorte de hangar portait une série d'appareils photographiques braqués sur le réflecteur incliné. Des fils électriques, tendus en travers de la piste, étaient reliés à des électro-aimants dont chacun maintenait fermé l'obturateur de l'appareil photographique placé en face de lui. Le cheval, en passant sur la piste, rompait successivement chacun de ces fils, et déclenchait les obturateurs les uns après les autres.

Notre *fig.* 9 reproduit une des séries ainsi obtenues; les images manquent de netteté, car le collodion était seul connu à cette époque et sa sensibilité était insuffisante.

Lors de la découverte du gélatinobromure, les images de Muybridge devinrent bien meilleures, et cet habile opérateur a publié de magnifiques planches d'animaux en mouvement.

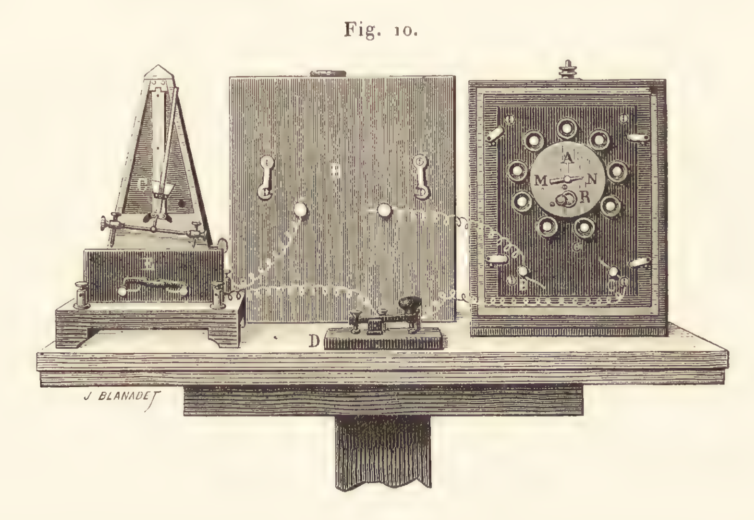
Système Anschütz. — Plus récemment, M. Ottomar Anschütz, de Lissa, obtint une subvention considérable du gouvernement allemand, et reprit l'idée américaine en la perfectionnant. Nous avons inutilement cherché à avoir des renseignements précis sur l'installation de Lissa; mais, d'après un dessin que porte la boîte du *tachyscope* de cet auteur, nous avons pu constater que la piste de Lissa était établie de même façon. Les épreuves ainsi obtenues, et qui se trouvent dans le commerce, sont en tous points remarquables.

Système Londe. — L'emploi des appareils multiples de M. Muybridge et de M. Anschütz nécessite une installation dispendieuse et qui demande toujours un vaste emplacement. M. Londe a cherché à réduire à la fois le nombre des épreuves et celui des appareils, en réunissant sur une seule chambre noire un certain nombre d'objectifs.

Dans le premier modèle, neuf objectifs sont disposés en couronne sur la planchette d'une chambre 13×18 (*fig.* 10); chacun d'eux dessine une image distincte et séparée des voisines. Derrière les objectifs se trouve un disque percé d'une ouverture et actionné par un ressort d'horlogerie; ce disque fait fonction d'obturateur et démasque successivement les neuf objectifs. Au moyen

d'un dispositif électrique, combiné avec un métronome, on peut démasquer successivement les objectifs, et cela à des intervalles de temps déterminés et égaux, en interposant le métronome dans le

Fig. 10.



circuit ou bien à des intervalles inégaux en faisant marcher à la main le contact. Enfin on peut également modifier à volonté le temps de pose. Les épreuves ainsi obtenues (*fig.* 11) sont de dimensions un peu trop restreintes, aussi M. Londe a-t-il établi un second appareil de plus grandes dimensions.

Dans celui-ci ([1]) on fait usage de plaques 24×30 et douze objectifs donnent douze épreuves de 7×7, dimension des projections; il est caractérisé par la possibilité de faire varier et les intervalles entre chaque épreuve et les durées d'éclairement des divers clichés.

L'appareil se compose de la chambre noire, de l'expéditeur et du distributeur.

La chambre (*fig.* 12), du format 24×30, est divisée intérieurement en douze compartiments. L'avant porte une platine A sur laquelle sont montés les objectifs et les obturateurs.

([1]) Voir *Bulletin de la Société française de Photographie,* année 1893, p. 572 et suivantes.

Les objectifs sont tous de même foyer ($10^{cm},5$) dont les diaphragmes peuvent être de $\frac{f}{8}$, $\frac{f}{10}$, $\frac{f}{15}$.

Les obturateurs sont du type Londe et Dessoudeix, à plaque


Fig. 11.

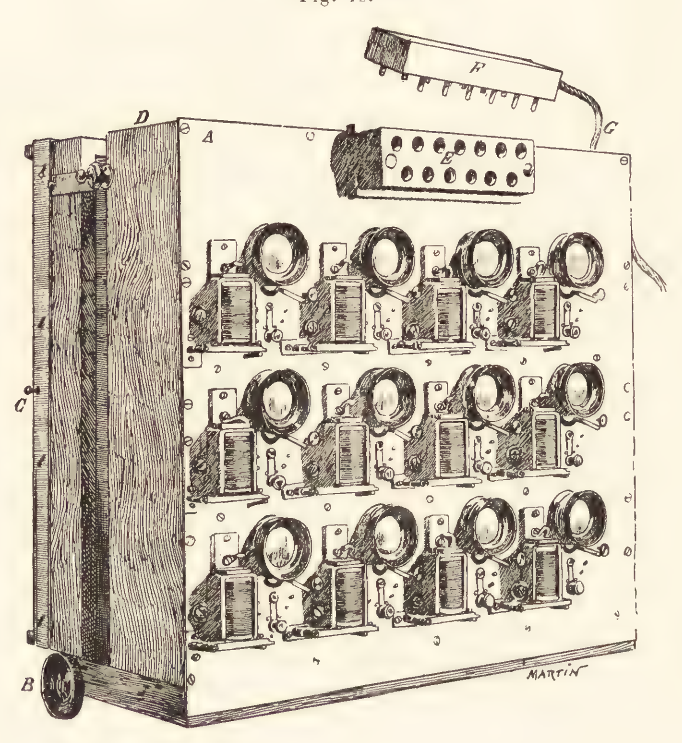


tournante; chacun d'eux est accompagné d'un électro-aimant, qui déclenche l'obturateur lorsque l'on fait passer un courant électrique.

La *fig.* 13 montre la disposition de ces différents organes : A est l'objectif, B la manette qui sert à armer l'obturateur, C la manette des vitesses, D le bouton de la mise au point. En M on aperçoit l'électro-aimant muni de son noyau E; au-dessous, F est l'armature dont la course est limitée par l'arrêt H. En G est une tige qui

actionne l'obturateur et peut être soulevée par l'armature au mo-

Fig. 12.



ment du passage du courant. N et P sont les points d'arrivée des fils électriques.

Fig. 13.

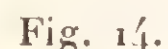


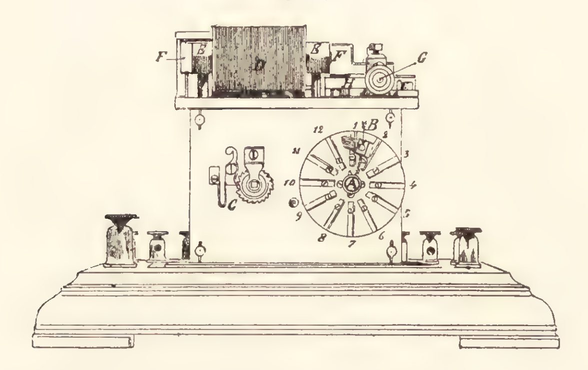
Les douze contacts V sont reliés ensemble. Au contraire, les contacts P sont isolés les uns des autres.

Le courant est ainsi amené au récepteur au moyen d'un conduc-

teur à treize fils, un pour chacun des douze électro-aimants et un pour le retour commun. Sur le haut de la platine se trouve un dispositif qui permet la jonction simultanée de tous les fils (F et E, *fig.* 12).

Le distributeur (*fig.* 14) est ainsi établi : un axe A est commandé par un mouvement d'horlogerie. Cet axe porte à son extré-


Fig. 14.



mité extérieure un balai de platine en communication avec l'un des pôles d'une pile. Ce balai peut tourner avec l'axe A, et il rencontre sur son chemin douze contacts disposés régulièrement sur un disque d'ivoire. Ces douze contacts sont chargés de transmettre le courant arrivant par le balai aux douze électro-aimants. Chaque fois que le balai passera sur un des contacts, un des obturateurs sera déclenché. A cet effet, l'axe A est mis en mouvement au moyen d'une roue à échappement qui n'est actionnée que lorsque l'expéditeur envoie un courant dans la bobine D. A chaque émission, la roue d'échappement avancera de $\frac{1}{12}$ de tour; et par suite le balai progressera d'un contact après avoir déclenché l'obturateur correspondant.

Pour obtenir un ordre de succession toujours le même, il suffira de remettre, avant chaque opération, le balai dans la même position.

L'ordre de déclenchement des obturateurs sera réglé par la liaison de chaque fil correspondant avec telle ou telle borne du distributeur. On pourra, par suite, changer avec facilité l'ordre

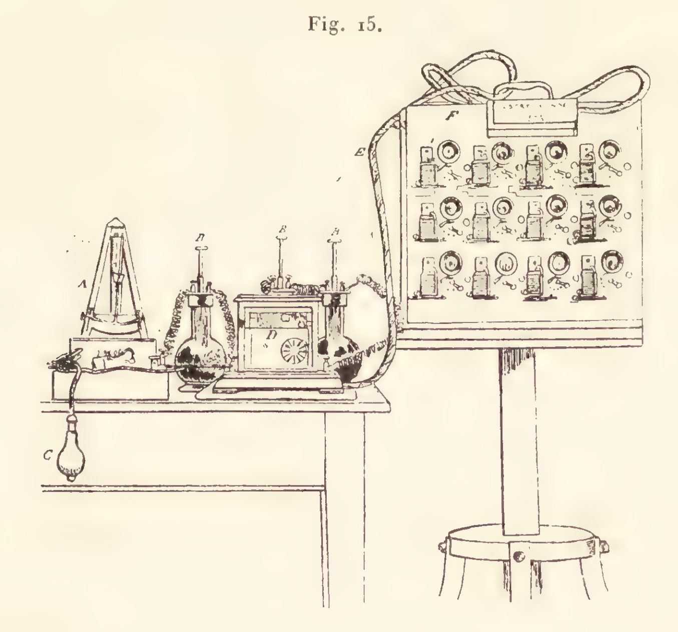
d'exposition des plaques. Ceci a une certaine importance pour la lecture des séries.

Il est en effet avantageux que l'ordre de succession soit de même sens que celui du mouvement observé, de droite à gauche quand celui-ci s'effectue de droite à gauche, et réciproquement.

En résumé, le rôle du distributeur est de recevoir, à un moment donné, les courants envoyés régulièrement par l'expéditeur, et de les transmettre aux douze électro-aimants des obturateurs dans un ordre déterminé d'avance. A cet effet, le courant est interrompu entre l'expéditeur et le distributeur, et ne peut être rétabli qu'en appuyant sur une poire électrique. De cette manière, on peut laisser prendre à l'expéditeur son régime normal, et n'actionner le distributeur qu'au moment précis où l'on veut opérer.

La *fig.* 15 représente l'ensemble des appareils fonctionnant

Fig. 15.



avec un métronome électrique comme distributeur. Le courant émané de la première pile B est envoyé par l'expéditeur dans le distributeur D, mais seulement lorsque l'on appuie sur la poire C qui, pendant la période de repos, coupe le courant entre l'expédi-

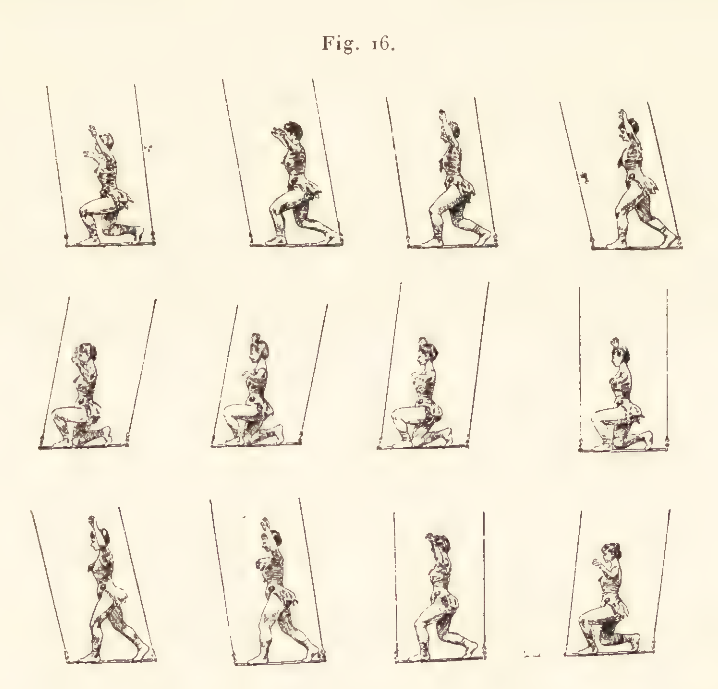
teur et le distributeur. L'expéditeur, à son tour, envoie le courant de deux autres piles dans l'appareil photographique F au moyen du conducteur souple à trois branches E.

Ainsi disposé, l'appareil Londe permet de réaliser les conditions suivantes :

1° Intervalles courts.........	Poses rapides.
2° »	Poses plus ou moins lentes.
3° Intervalles prolongés	Poses rapides.
4° »	Poses plus ou moins lentes.

A titre d'exemple, nous reproduisons deux séries chronophotographiques obtenues par cet appareil. L'une (*fig.* 16) représente

Fig. 16.



une jeune équilibriste sur le trapèze, au moment où, le trapèze étant en mouvement, elle s'agenouille sur celui-ci; l'autre (*fig.* 17) est un type de série discontinue. Une autre équilibriste sur le fil de fer s'agenouille, puis se tient en équilibre sur les deux genoux,

elle passe ensuite une jambe par derrière, restant en équilibre sur un genou; puis un autre équilibre, la jambe étant repassée par

Fig. 17.



devant : elle se lève ensuite et revient à la position de départ.

La première série a été prise en une seconde et demie, et la deuxième en deux minutes environ.

Appareil de l'auteur. — Les combinaisons effectuées dans l'appareil Londe sont excellentes de tous points, mais elles sont d'une exécution très coûteuse, et par conséquent inabordables pour un simple amateur. Nous avons donc cherché un dispositif plus simple et qui permette cependant d'obtenir des épreuves suffisantes.

A la condition d'opérer en plein soleil, les objectifs simples peuvent servir, mais il convient de ne faire usage que de longs foyers pour obtenir une image nette de 7×7 sans être obligé de

diminuer par trop l'ouverture du diaphragme. Celui-ci peut être de $\frac{f}{12}$ et de $\frac{f}{15}$ avec une bonne lumière.

Les obturateurs sont à guillotine tournante actionnée par des ressorts à boudin, que l'on peut renforcer par des bagues de caoutchouc lorsqu'il est nécessaire d'obtenir de plus grandes vitesses.

Chacun d'eux est déclenché par un soufflet de caoutchouc, relié à un distributeur par un tuyau de même matière. Chacun des douze tuyaux se termine à l'extrémité libre par une petite poire également de caoutchouc, dont le volume doit être double de celle accolée à l'obturateur. Ces douze poires sont placées en ligne soit sur le sommet de l'appareil, soit sur une planchette séparée et portée par un pied distinct.

Dans le cas de poses continues, le déclenchement s'obtient au moyen d'une planchette articulée à une de ses extrémités, libre à l'autre. Elle passe au-dessus des douze poires, et elle est maintenue en l'air par un léger ressort. Il suffit de l'abaisser brusquement pour presser successivement sur la rangée de poires en caoutchouc et obtenir le déclenchement des objectifs.

Dans le cas de poses discontinues, au-dessus de chaque poire est disposée une touche distincte, que l'on abaisse avec le doigt comme dans un piano.

Malgré sa simplicité de construction, cet appareil donne des résultats très satisfaisants.

APPAREILS SIMPLES.

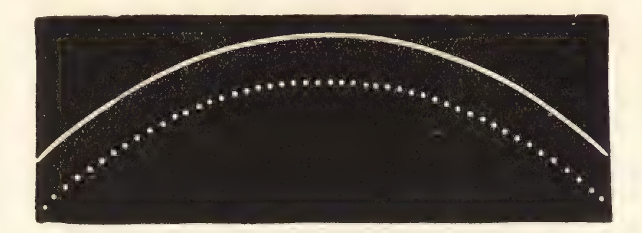
Nous comprenons sous le nom d'*appareils simples* ceux qui ne possèdent qu'un objectif et produisent des images multiples sur une surface sensible, celle-ci, plaque de verre ou pellicule souple, étant tantôt fixe, tantôt animée d'un mouvement plus ou moins rapide.

Appareil à plaque fixe de M. Marey. — « Supposons qu'on ait braqué devant un champ obscur un appareil photographique ordinaire et que, l'objectif étant ouvert, on lance devant ce champ une

boule brillante éclairée par le soleil, de telle sorte que l'image de cette boule impressionne sur son passage différents points de la plaque sensible, on trouvera sur cette plaque une ligne continue, qui retracera exactement la trajectoire suivie par le corps brillant.

» Si nous répétons l'expérience en admettant la lumière dans la chambre noire d'une façon intermittente et à des intervalles égaux, nous obtiendrons une trajectoire discontinue (*fig.* 18), dans

Fig. 18.



laquelle seront représentées les positions successives du mobile aux instants où se sont produites les admissions de la lumière (¹).

Fig. 19.



» Si à cette boule nous substituons un homme qui marche, nous obtiendrons une série d'images qui se superposeront plus ou moins suivant la vitesse de la marche (*fig.* 19).

(¹) Marey, *Le Mouvement*, page 34 (Paris, Masson; 1894).

» Dans le cas de mouvements rapides, les images ainsi obtenues

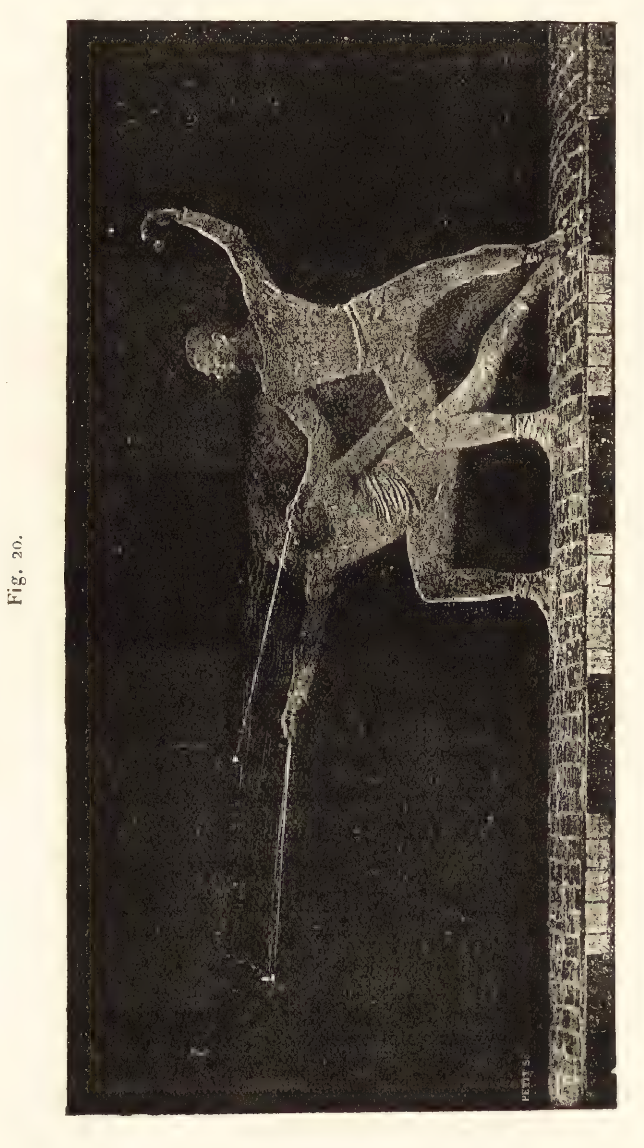


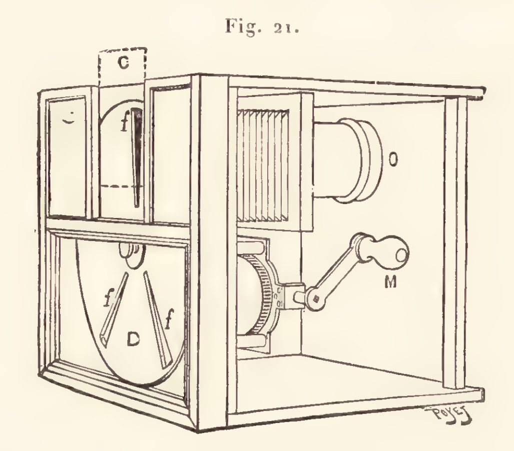
Fig. 20.

deviennent plus ou moins confuses, grâce à leur superposition : c'est ce qui s'est produit dans le coup d'épée (*fig.* 20). »

Malgré leurs imperfections, ces épreuves ont permis à M. Marey de faire une analyse très complète des mouvements.

L'appareil employé alors était composé d'un disque fenêtré (*fig.* 21) tournant en avant de la plaque photographique, et ac-

Fig. 21.



tionné soit par une manivelle, soit par un mouvement d'horlogerie. Comme l'objet se déplace entre deux éclairements successifs, on obtient une série d'images indiquant les positions successives de l'objet observé, et celles-ci progressent sur la plaque par suite du mouvement même de l'objet, se superposant en partie : d'une petite quantité si le sujet est animé d'un mouvement lent, d'une quantité plus grande si le mouvement est rapide.

Pour éviter la confusion qui peut résulter de ces superpositions, M. Marey a proposé de dissocier les images, soit en les alternant, c'est-à-dire en faisant usage de deux objectifs superposés et donnant deux bandes d'images qui s'impressionnent alternativement, soit en les dissociant au moyen d'un miroir tournant.

Les appareils à plaque fixe ne peuvent donner qu'un nombre assez restreint d'images, et ne peuvent s'appliquer qu'aux études scientifiques du mouvement. Aussi M. Marey, car c'est toujours lui qu'il faut citer comme premier inventeur, a-t-il cherché à dissocier les images d'une manière plus complète, en donnant un mouvement de progression à la plaque sensible.

Mais comme l'appareil à plaque fixe est le premier qui ait été

construit, nous donnerons avec quelques détails les dispositions adoptées tout d'abord par M. Marey :

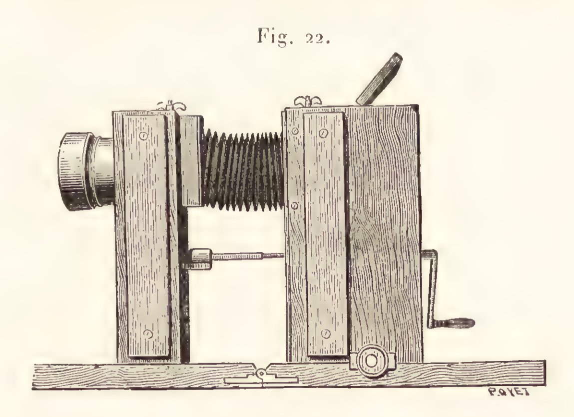
« Un appareil photographique ordinaire peut donner des images chronophotographiques, s'il est muni d'un obturateur produisant des éclairements très courts à des intervalles de temps réguliers. Pour cela, un disque percé de fenêtres étroites et tournant dans une fente pratiquée dans la monture de l'objectif est la disposition la plus simple, celle que nous avons employée tout d'abord. Le disque était conduit, au moyen de poulies et d'un câble sans fin, par un mouvement d'horlogerie muni d'un bon régulateur.

» Mais la nécessité de relier l'une à l'autre la chambre noire et le mouvement d'horlogerie, celle de changer à chaque instant de disque suivant la fréquence et la durée des éclairements qu'il fallait produire, nous ont fait abandonner cette disposition embarrassante. Nous nous sommes décidé à construire un instrument spécial, portatif et réglable à volonté suivant le besoin.

» Cette construction était d'autant plus nécessaire, que certains mouvements ne peuvent être chronophotographiés sur plaque fixe, mais qu'il en fallait recueillir les images successives sur une longue bande de pellicule sensible se déroulant au foyer de l'objectif.

» Le chronophotographe représenté *fig.* 22 se prête à tous ces

Fig. 22.



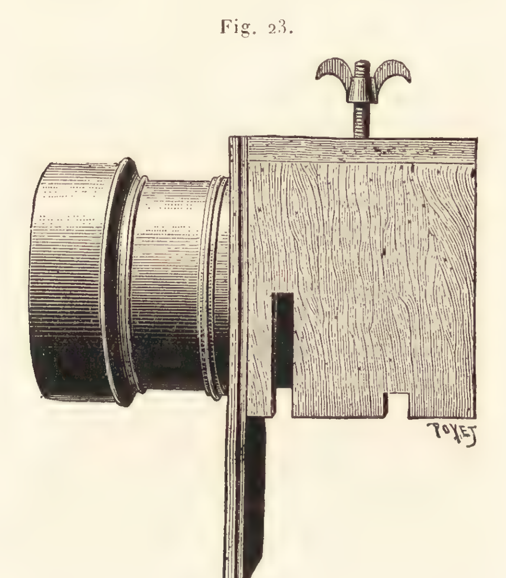
besoins, mais nous n'en décrirons pour le moment que les pièces qui servent à prendre des images sur plaque fixe.

» L'appareil se compose de deux corps réunis entre eux par un

soufflet. L'arrière-corps dans lequel s'introduisent les châssis glisse pour les besoins de la mise au point sur un rail, au moyen d'un bouton à crémaillère.

» L'objectif est contenu dans une boîte (*fig.* 23) fendue en dessous et qui coulisse dans une ouverture de l'avant-corps de l'appareil

Fig. 23.



qu'elle remplit exactement. La fente située au-dessous de la boîte coupe en deux l'objectif perpendiculairement à son axe optique principal, et laisse passer les disques fenêtrés qui, en tournant, produisent des intermittences dans l'admission de la lumière.

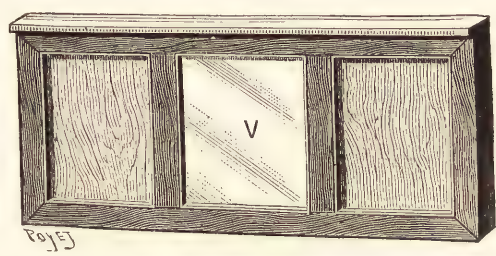
» Un soufflet s'adapte, par une de ses extrémités, à la boîte de l'objectif, tandis que l'autre, collée à l'arrière-corps, se trouve en rapport, par sa large ouverture, soit avec le châssis à verre dépoli (*fig.* 24), soit avec le châssis négatif (*fig.* 25).

» Les seules pièces qui méritent une description spéciale sont les *disques obturateurs* et l'*arbre* qui sert à leur transmettre le mouvement.

» Les disques obturateurs tournent en sens contraire l'un de l'autre; la rencontre des ouvertures dont ils sont percés produit

les éclairements. Cette disposition permet d'employer des disques de petit diamètre et par conséquent de réduire beaucoup les di-

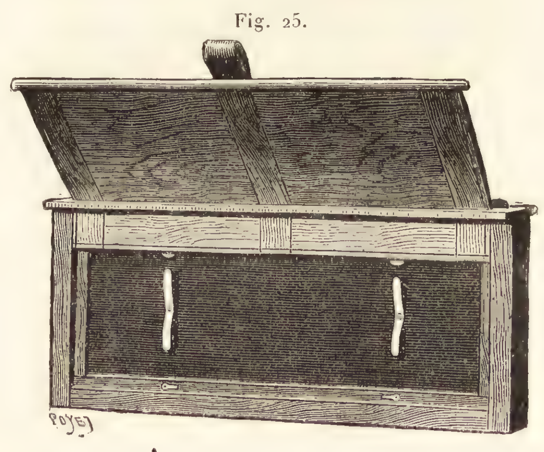
Fig. 24.



mensions totales de l'appareil. Celui-ci, en effet, n'excède pas le volume ordinaire d'une chambre 24 × 30.

» Quant à l'arbre qui fait tourner les disques, il emprunte son

Fig. 25.



mouvement à des rouages actionnés par une manivelle. Or, dans la mise au point, le tirage doit varier et les deux corps de l'appareil s'éloigner plus ou moins l'un de l'autre; il faut donc que l'arbre s'accommode à ces changements de longueur. Dans ce but, il est formé de tubes carrés glissant à frottement l'un dans l'autre; c'est ce qu'on appelle dans l'industrie un *mouvement télescopique*.

» Quand le mouvement qu'on étudie se passe rigoureusement dans un plan, on peut se servir d'un objectif quelconque et s'éloigner jusqu'à ce que l'image ait sur le verre dépoli les dimensions

voulues. Dans ce cas, les objectifs à courts foyers sont toujours préférables, étant plus lumineux; mais, en dehors de ces conditions, l'emploi des courts foyers présente des inconvénients.

» Si l'objet qu'on photographie offre une certaine profondeur, il se montre, aux différents points de son trajet, sous des perspectives différentes pour un observateur placé à petite distance. Or, cette différence de perspective diminue à mesure que l'observateur s'éloigne de l'objet : pour remédier à cet inconvénient, il faut employer des objectifs à plus longs foyers.

» La mise au point se fait sur le châssis à verre dépoli. On met en coïncidence les fenêtres des disques obturateurs en tournant à la main l'axe qui les conduit : l'image se regarde par une ouverture située en arrière de l'appareil au-dessus de la manivelle.

» De même qu'on limite au strict nécessaire l'ouverture du champ obscur sur lequel se projettera l'objet en mouvement, de même on doit limiter la durée de l'introduction de la lumière dans l'objectif. Si la plaque sensible était démasquée inutilement avant le début et après la fin du phénomène qu'on veut saisir, les ouvertures intermittentes de l'objectif laisseraient arriver sur la plaque de petites quantités de lumière qui tendraient à produire un voile.

» On évite cet inconvénient en plaçant devant l'objectif un obturateur spécial, du genre de ceux que l'on actionne en pressant dans la main une poire en caoutchouc. Cet obturateur d'avant permet, pendant qu'il est fermé, d'ouvrir le rideau du châssis, de mettre l'appareil en marche et de préparer l'expérience, tout en laissant la plaque sensible dans l'obscurité. Ce n'est qu'au moment où le phénomène intéressant va se produire qu'on presse la poire de caoutchouc, l'obturateur d'avant s'ouvre, et la prise des images commence. Aussitôt que le phénomène est terminé, on ferme l'obturateur d'avant et l'on a tout le temps de refermer le châssis sans que la plaque risque d'être soumise à des éclairements nuisibles (¹). »

Malgré l'imperfection de ces premiers appareils, ils ont donné à M. Marey des résultats importants; mais ils furent bientôt abandonnés pour les appareils à bandes pelliculaires.

(¹) Marey, *op. cit.*, page 67 et suiv.

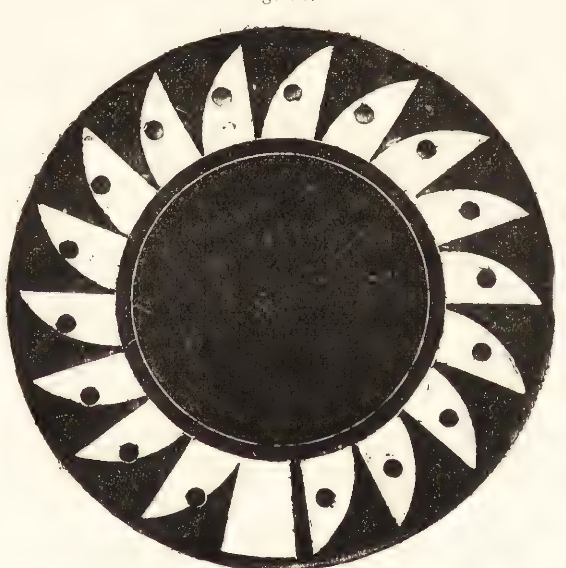
Appareils à plaque mobile. — M. Janssen, dès l'année 1874, eut l'idée d'appliquer la Photographie à l'observation des phases successives d'un même phénomène, et il combina à cet effet le *revolver astronomique,* qui lui permit d'enregistrer automatiquement le passage de Vénus, le 8 décembre 1874.

« C'est donc à lui, dit M. Marey, que revient l'honneur d'avoir inauguré ce que l'on appelle aujourd'hui la *Chronophotographie sur plaque mobile.* »

Dans ce premier instrument, une plaque sensible de forme circulaire se déplaçait, de temps en temps, d'un angle de quelques degrés, et recevait, chaque fois, une image nouvelle sur un point différent de sa surface.

La *fig.* 26 montre la série des épreuves ainsi obtenues et qui

Fig. 26.



représentent les positions successives de la planète sur le disque du Soleil à des intervalles de soixante-dix secondes.

M. Janssen, en présentant cet instrument à l'Académie des Sciences, proposa son application à l'étude de la marche, du vol des oiseaux, etc., et M. Marey réalisa bientôt un appareil

spécial à ce genre d'observations : le *fusil photographique*.

« Cet instrument (*fig.* 27), en forme de fusil, permet de viser

Fig. 27.

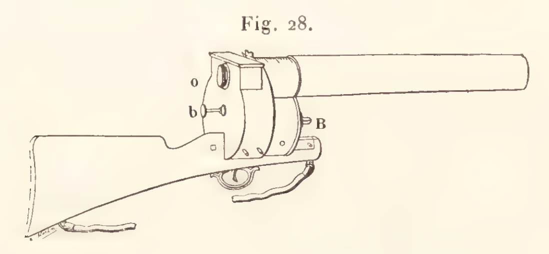


l'oiseau et de le suivre dans son vol. Au moment où l'on presse la détente, la plaque sensible reçoit une image, puis se met en mou-

vement, s'arrête encore pour recevoir une autre image, et ainsi de suite, s'arrêtant à chaque fois que l'obturateur tournant laisse arriver la lumière sur la plaque sensible.

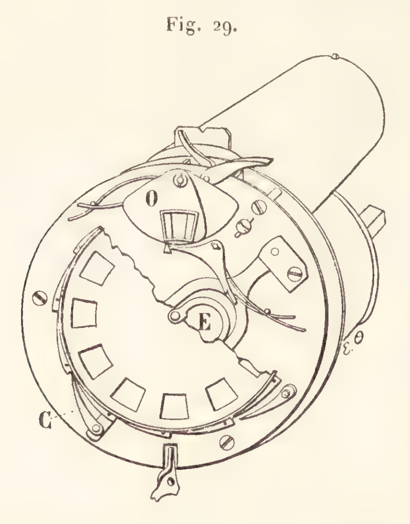
» Voici les détails les plus importants de sa construction : le canon du fusil (*fig.* 28) est un gros tube noirci, qui renferme un

Fig. 28.



objectif photographique. En arrière, et solidement montée sur la crosse, est une large culasse cylindrique dans laquelle est contenu un rouage d'horlogerie. Quand on presse la détente du fusil, le rouage se met en marche. Un axe central, qui fait douze tours par

Fig. 29.

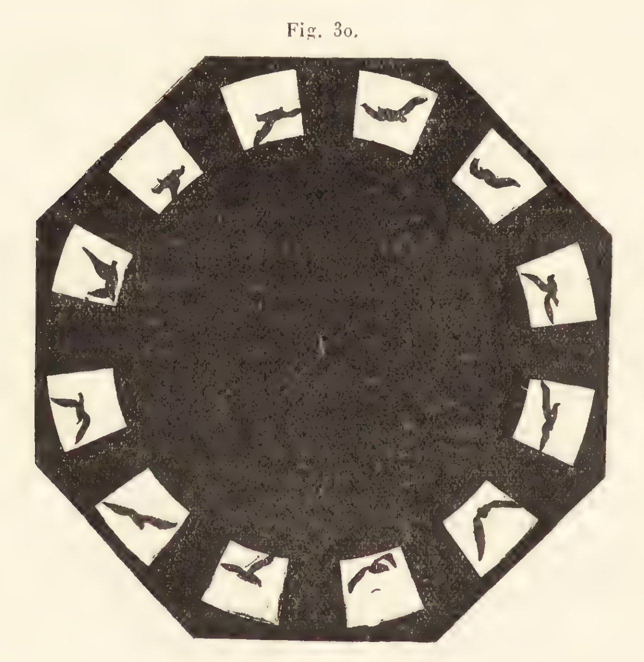


seconde, commande toutes les pièces de l'appareil. C'est d'abord (*fig.* 29) un disque de métal opaque et percé d'une étroite fenêtre : celui-ci faisant fonction d'obturateur. Derrière ce premier disque, tournant librement et sur le même arbre, s'en trouve un autre qui

porte douze fenêtres et contre lequel vient s'appliquer la plaque sensible. Ce disque fenêtré est animé d'un mouvement saccadé, produit par un excentrique E, de façon à s'arrêter douze fois par seconde en face du faisceau de lumière qui pénètre dans l'instrument (¹). »

Les petites images données par le fusil photographique (*fig.* 30) sont ensuite reprises par un appareil d'agrandissement et donnent

Fig. 30.



des silhouettes très nettes, sur lesquelles peuvent se faire tous les tracés nécessaires.

APPAREILS SIMPLES A BANDES CONTINUES.

Tous les appareils que nous venons de passer en revue ne peuvent donner qu'un nombre assez restreint d'images et ne peuvent représenter que des phases assez courtes d'un mouve-

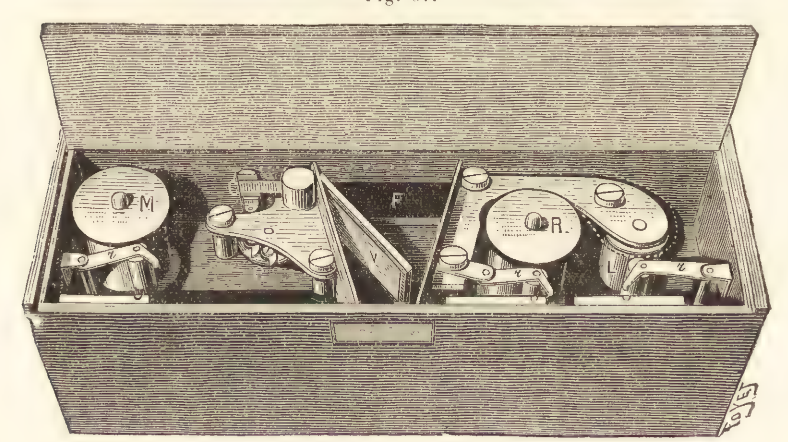
(¹) MAREY, *op. cit.*, page 110.

ment; il y avait donc intérêt à multiplier ces images en opérant sur des surfaces sensibles de plus grandes dimensions.

Les pellicules photographiques, obtenues en couchant du gélatinobromure sur des feuilles de celluloïd, remplissent toutes les conditions voulues, et c'est depuis le jour où M. Marey les a appliquées à la Chronophotographie que la Photographie animée est devenue possible (¹).

Chronophotographe de M. Marey. — Sur l'appareil déjà figuré page 26, on a substitué au châssis porte-plaques un compartiment spécial, la chambre aux images, où chemine la pellicule sensible; celle-ci est enroulée sur une bobine (bobine magasin), elle passe

Fig. 31.



devant l'objectif, s'arrête un instant, et est entraînée par un rouage sur une seconde bobine (bobine réceptrice).

« Quand on ouvre la chambre aux images, on y voit deux broches verticales; celle de gauche recevra la bobine magasin, la broche de droite recevra la bobine réceptrice.

(¹) Il est donc singulier de voir revendiquer en ce moment, par un Américain, le droit exclusif de se servir de bandes continues pour la Photographie animée; M. Marey seul aurait le droit de réclamer pour lui le titre d'inventeur, mais il a généreusement laissé dans le domaine public cette idée première, d'où est née la Photographie animée tout entière.

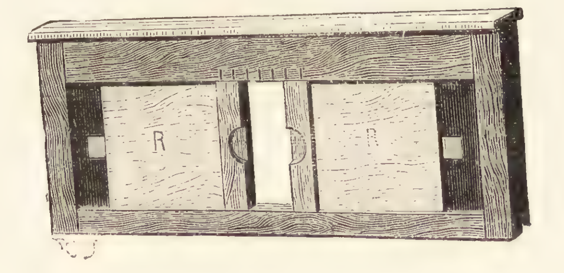
» Deux rouleaux compresseurs r, r' (*fig.* 31) s'appliquent sur les bobines pour assurer la régularité de l'enroulement et du déroulement.

» Le mouvement saccadé est produit par un organe nommé *compresseur* qui, à des intervalles réguliers, arrête la pellicule. Ces arrêts coincident avec les phases d'admission de la lumière dans l'appareil.

» Une manivelle placée à l'arrière du chronophotographe met en marche tous les rouages de l'instrument, ainsi que les disques obturateurs. Ce mouvement extrêmement rapide est continu, la pellicule s'arrête seule au moment de chaque pose [1]. »

Les images obtenues avec cet instrument ont 9^{cm} de haut, largeur de la pellicule, mais elles sont plus ou moins larges suivant le sujet à reproduire. Pour cela, en avant de la pellicule est placé un châssis portant une fenêtre d'admission (*fig.* 32) qui peut être


Fig. 32.



rétrécie à volonté par les deux volets mobiles R, R' : en même temps il convient de régler les ouvertures du disque obturateur et de les mettre en rapport avec le nombre des images obtenues par seconde et leurs dimensions.

C'est avec cet instrument que M. Marey a obtenu ces admirables séries qui lui ont permis d'analyser d'une manière très complète les mouvements de l'homme (*fig.* 33) et des animaux.

Tel est, en résumé, l'instrument combiné par M. Marey et qui

---

(1) Marey, *op. cit.*, page 629.

Fig 33.



Cheva au pas, au trot, au galop.

est incontestablement le point de départ de toutes les combinaisons qui ont pour but la Photographie animée.

Plus récemment, M. Marey a apporté de notables perfectionnements à ses premiers appareils et les a modifiés de façon à les faire servir aux projections; voici comment il a rendu compte de ses recherches à la Société française de Photographie [1]:

« Pour obtenir la projection de figures en mouvement j'étais fort gêné par un défaut du chronophotographe. En effet, cet appareil, qui donnait des images très nettes et aussi fréquentes qu'on pouvait le désirer, ne les donnait pas exactement équidistantes. Il fallait découper chacune des images positives et les réappliquer sur une bande de toile caoutchoutée, ce qui était très laborieux et ne donnait que des résultats médiocres. Je suspendis donc mes essais jusqu'à ce que mon chronophotographe pût donner des images parfaitement équidistantes. »

M. Marey se mit donc à l'œuvre et par une suite de modifications ingénieuses et fort simples il est arrivé au but désiré.

Dans tous les appareils projecteurs, quel que soit le nom qu'ils portent, la pellicule sensible est perforée et conduite par un cylindre denté destiné à lui imprimer une marche régulièrement intermittente. Mais ces perforations, s'éraillant par l'usage, produisent dans les images des trépidations qu'elles avaient pour but d'éviter.

En construisant ses appareils, M. Marey s'est toujours astreint à l'emploi de pellicules non perforées; il a évité aussi les effets de l'inertie des organes vibrants sur la pellicule, effets d'autant plus sensibles que les mouvements de ces organes sont plus rapides.

« Dans la première disposition de mon chronophotographe, dit cet auteur, certaines pièces massives avaient encore des mouvements intermittents; ainsi la *bobine magasin*, le *compresseur* et la *lame flexible*. C'est là que résidait la cause de l'irrégularité des mouvements de la pellicule.

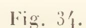
---

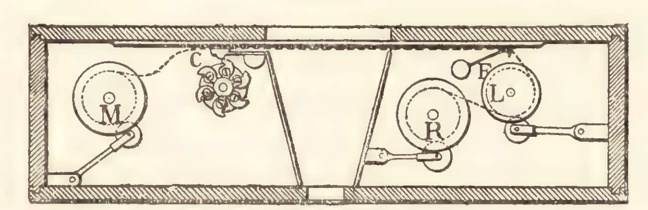
(1) Voir *Bulletin de la Société française de Photographie*, séance 5 du février 1897.

» Pour faire comprendre ce qu'il y avait d'imparfait dans le fonctionnement de ces organes et la manière dont je les ai remplacés, deux figures sont nécessaires.

» La *fig.* 34 montre l'ancienne disposition du chronophotographe; la *fig.* 35 la disposition nouvelle.

» Dans l'ancienne disposition (*fig.* 34), la pellicule sensible est chargée sur une bobine magasin M, à gauche de l'appareil; elle se


Fig. 34.



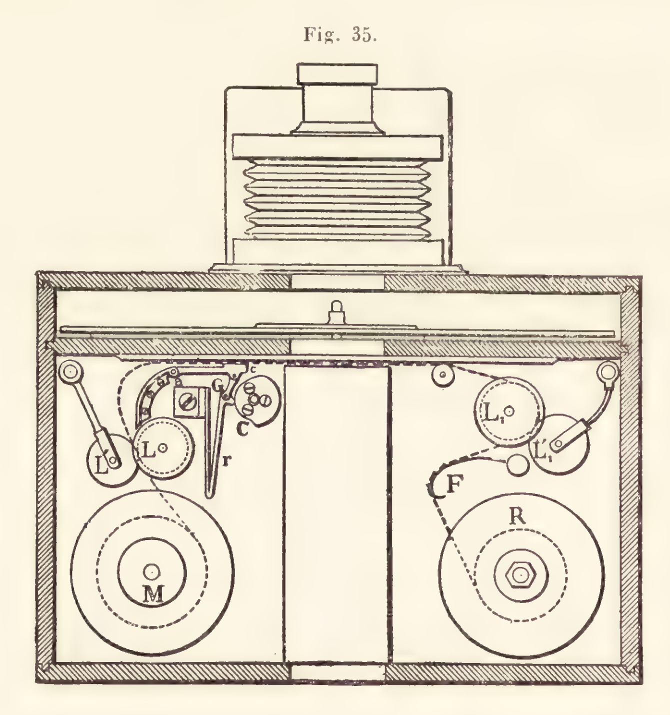
déroulera sous la traction intermittente d'organes qui vont être décrits. En sortant du magasin, la pellicule se porte à droite en rasant une platine verticale percée d'une fenêtre au foyer de l'objectif, puis, se réfléchissant sur une lame flexible F, traverse un lamineur L, qui la livre à la bobine réceptrice R; celle-ci tourne continuellement à frottement gras sur son axe vertical. Sous la traction continue du lamineur et de la bobine réceptrice la pellicule cheminerait d'un mouvement uniforme. Mais, à chaque éclairement, au moment de la prise de l'image, un organe spécial, le compresseur C, actionné par une came à plusieurs dents, immobilise la pellicule en la pressant contre la platine. Or, pendant cet arrêt, la double traction du lamineur et de la bobine réceptrice continue : il fallait donc, pour que la pellicule ne se déchirât pas, qu'elle obéît à cette traction; c'est le rôle de la *lame flexible* sur laquelle elle se réfléchit. Cette lame cède en pliant, et permet à l'enroulement de se produire continuellement. Dès que le compresseur se desserre, la lame flexible se redresse, déroule brusquement une certaine quantité de pellicule de la bobine magasin, puis l'entraînement recommence, uniforme, jusqu'au premier arrêt par le compresseur.

» Cette description suffit pour montrer les causes d'irrégularité

dans la marche de la pellicule. Et d'abord, en confiant à la lame flexible le rôle de dérouler brusquement la bande, c'est-à-dire de mettre subitement en marche la bobine magasin, j'exposais cette lame à des résistances d'inertie variables suivant que la bobine, plus ou moins chargée de pellicule, avait une masse plus ou moins grande. D'autre part, la moindre inégalité dans les frottements de cette bobine sur son axe pouvait aussi faire varier ces résistances. De sorte que, suivant le redressement plus ou moins complet de la lame flexible, il passait entre deux images successives des quantités inégales de pellicule.

» Enfin, le compresseur, supporté par une lame d'acier, avait une période de vibration propre et pouvait recevoir de la came un

Fig. 35.



choc prématuré qui lui faisait arrêter la pellicule un instant trop tôt. J'ai cherché dans une construction nouvelle à faire disparaître ces deux inconvénients : la marche intermittente de la bobine magasin et la période propre du compresseur.

» La *fig.* 35 montre la disposition nouvelle. La bobine magasin M, beaucoup plus volumineuse qu'autrefois, peut porter une très grande longueur de pellicule, mais elle *tourne uniformément* par l'action continue d'un premier lamineur LL′ qui débite en un temps donné une longueur constante de pellicule. Voilà donc l'inertie de la bobine magasin supprimée avec les saccades de son mouvement.

» Au sortir du premier lamineur, la pellicule s'engage entre la platine et le nouveau compresseur G. Celui-ci n'a pas de période de vibration propre; il est constamment assujetti au mouvement de la came C, et comprime énergiquement la pellicule contre la platine, au moyen d'un mouvement de genou analogue à celui qui sert dans la frappe des monnaies.

» Au delà du compresseur, la pellicule passe au foyer de l'objectif, puis dans un second lamineur LL′, enfin elle se réfléchit sur une lame flexible et s'enroule sur la bobine réceptrice qui tourne à frottement doux. Mais, pendant que le compresseur l'arrête, la pellicule que le premier lamineur amène continuellement s'accumule, en amont de l'obstacle, et y forme un pli flexueux.

» Après l'arrêt, ce pli devra se défaire et la bande se tendre par l'action du second lamineur. Or, comme la masse de la pellicule est insignifiante, elle ne présentera aucune résistance d'inertie. Quant au second lamineur L′ qui devra imprimer à la bande un mouvement intermittent, il tourne, lui aussi, d'un mouvement uniforme, mais en pressant la pellicule avec assez peu de force pour qu'elle patine entre les cylindres quand elle est retenue par le compresseur, tandis qu'elle est rapidement entraînée dès qu'elle est rendue libre.

» Les choses se passent comme si la pellicule, doucement pressée entre deux doigts, était tirée d'une façon continue; les doigts l'entraîneraient quand le compresseur est desserré et glisseraient au contraire sur elle au moment de ses arrêts.

» Il n'y a pas lieu d'insister sur les autres organes de l'appareil : les uns ont pour but d'éviter que la pellicule se raye dans les frottements qu'elle éprouverait sur son passage, les autres ont pour effet de supprimer le temps perdu dans les dents des

rouages et, par conséquent, de petites causes d'irrégularité dans la marche.

» En somme, la suppression de tout effet d'inertie, par la continuité du mouvement de tous les organes, a supprimé l'irrégularité des intervalles entre les images.

» Ainsi, et c'est un point important, *sans recourir à la perforation de la pellicule et aux cylindres à chevilles, on peut obtenir des images parfaitement équidistantes.* ».

Tels sont les perfectionnements apportés par M. Marey à son chronophotographe et nous avons tenu à entrer dans des détails circonstanciés pour bien montrer que là est le point de départ de tous les appareils qui donnent des photographies animées.

Et cependant certaines personnes, peu au courant, il est vrai, du mouvement scientifique, ont attribué cette invention à l'Américain Edison; mais ici, comme dans presque toutes ses autres combinaisons, Edison n'a fait qu'utiliser une découverte, lui donner une application plus pratique, et cela grâce aux innombrables modifications qu'il obtient par tâtonnements et qu'il peut faire exécuter dans ses ateliers en disposant des ressources pécuniaires considérables que ses compatriotes mettent à sa disposition.

Kinétoscope d'Edison. — Déjà M. Marey avait indiqué dans ses publications la possibilité de reconstituer un mouvement, en utilisant les bandes du chronophotographe : « Nous avons construit un instrument spécial, dans lequel une pellicule sans fin, pouvant porter trente à quarante images positives et même davantage, passe continuellement au foyer d'un objectif, et vivement éclairée en arrière projette ces images sur un écran ([1]).

» Un appareil de ce genre figurait à l'Exposition de 1889 et je le fis voir à M. Edison », nous dit encore M. Marey dans sa communication à l'Académie des Sciences du 5 février 1897.

Tel est cependant l'appareil d'Edison, et celui-ci ne donne ni plus ni moins que l'instrument de M. Marey; les dimensions et le nombre des images sont seuls changés.

([1]) MAREY, *op. cit.*, page 310.

Kinétographe et kinétoscope d'Edison. — Le kinétographe est

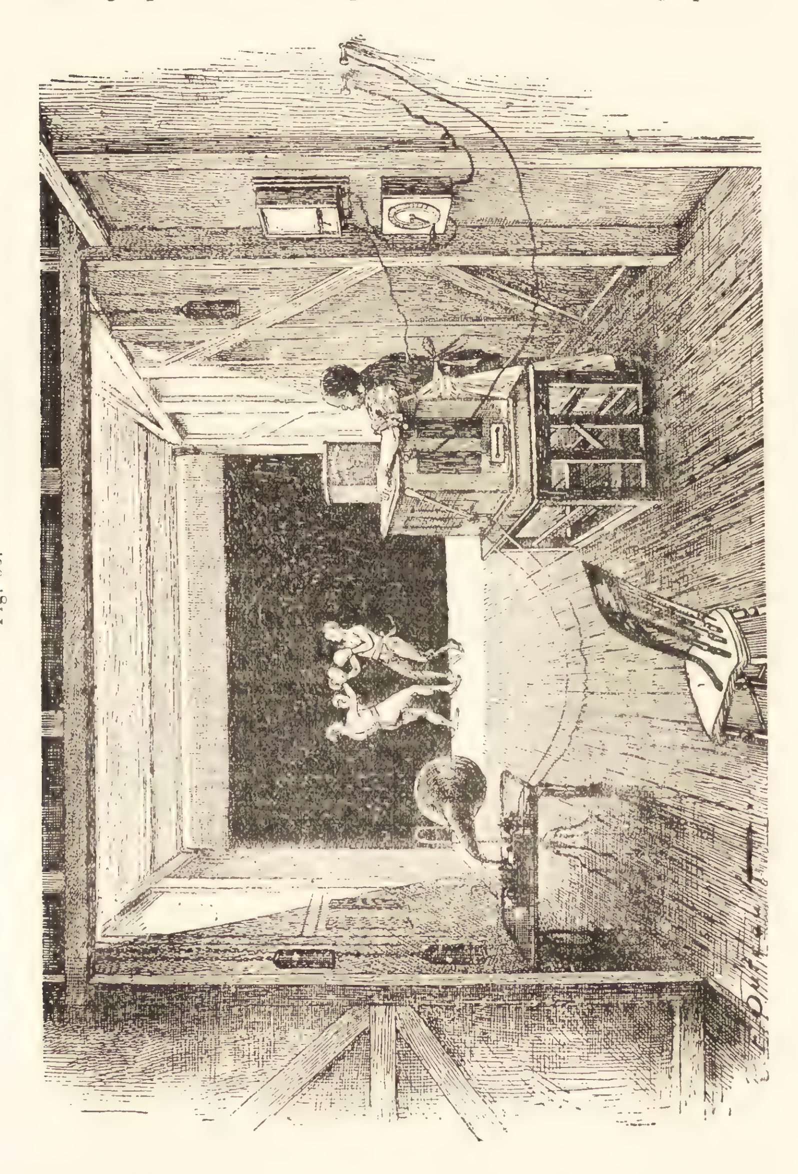


Fig. 36.

l'appareil qui sert à Edison pour l'obtention des négatifs (d'après la *Vie scientifique*); cet instrument est susceptible de donner 46 im-

pressions à la seconde, soit 2760 à la minute, sur une pellicule sensibilisée de 28^{m} de longueur. On fait un positif de ces épreuves sur une deuxième bande qui est enroulée sur une bobine située à l'arrière de la caisse (*fig.* 36) et passe sur les poulies P et S entre lesquelles se trouve installé un disque circulaire V tournant autour d'un axe vertical. Ce disque est percé d'une fente F qui permet à l'observateur d'apercevoir le ruban pelliculaire toutes les fois qu'il passe au-dessous de l'oculaire.

La vitesse de rotation du disque est telle que cette seule fente suffit pour obtenir une vision continue du ruban, lequel est éclairé au-dessous par une petite lampe à incandescence L placée horizontalement. L'énergie électrique pour produire la rotation du disque, la translation du ruban et l'incandescence de la lampe est fournie par un petit moteur C, placé en avant sur le côté gauche de la boîte. On conçoit qu'il suffise de mettre le moteur en communication avec une source d'électricité, pour obtenir instantanément la mise en marche de l'appareil.

C'est du reste ce que l'on obtient en appuyant sur le bouton du commutateur disposé à cet effet de l'autre côté de la boîte.

La vitesse du ruban est calculée de manière à faire passer 42 photographies, par seconde, sous les yeux du spectateur, et certaines de ces scènes comportent jusqu'à 1700 poses diverses.

Plus tard, Edison a modifié son appareil et l'a combiné avec un appareil à projection de façon à projeter des images agrandies sur un écran ; ne faisant alors à son tour qu'imiter ce que MM. Lumière venaient de faire avec leur cinématographe.

Photophone de M. Demeny. — M. Demeny, préparateur de M. Marey, a combiné un appareil de projection très simple et qui donne de bons résultats pour la reproduction de mouvements simples.

« Une autre méthode, dit M. Marey, a été employée par M. Demeny [1], pour reproduire les mouvements du visage, de la langue et des lèvres qui accompagnent la parole. Notre préparateur à la

---

[1] MAREY, *Le Mouvement*, page 307 (Masson ; 1894).

Station physiologique recueillit, avec le chronophotographe à bande pelliculaire, une série de vingt-quatre portraits d'un homme qui prononçait certaines paroles. Puis, reportant cette série d'images sur la circonférence d'un disque de verre, il plaça ce disque au foyer d'un objectif photographique. Les images étaient fortement éclairées en arrière, et des disques fenêtrés, analogues à ceux du chronophotographe, laissaient voir successivement les images pendant des temps très courts. La brièveté des poses et la parfaite exécution de cet appareil font que les images, malgré la rotation du disque qui les porte, semblent immobiles et se montrent toutes exactement à la même place.

» Quant à l'illusion que donnent ces photogrammes du parleur, elle est telle, que des sourds-muets habitués à lire sur le mouvement des lèvres ont su reconnaître les paroles qu'avait prononcées le sujet dont on leur montrait les images.

» Le seul défaut qu'on y puisse signaler, c'est que le nombre des images contenues dans la circonférence du disque est nécessairement borné, à moins qu'on ne donne à l'appareil des dimensions énormes; en outre, la netteté des mouvements n'étant obtenue que grâce à la brièveté extrême des instants où chaque image est démasquée, il s'ensuit que la quantité de lumière émise est trop faible pour donner des projections bien claires, même avec une source lumineuse puissante. »

Pour atteindre ces résultats, M. Demeny a combiné deux instruments, l'un destiné à prendre les images négatives, l'autre à projeter les images positives.

Le premier n'est qu'une modification peu importante de l'appareil employé par M. Marey dans son laboratoire; construit par M. Gaumont, il donne de bons résultats.

Les pellicules portent des images qui mesurent $6^{cm},5$ sur $4^{cm},5$; l'appareil lui-même est de volume réduit, 28^{cm} de côté sur 10^{cm} d'épaisseur. Il permet d'obtenir une série continue de quatre-vingts images et même davantage, avec une vitesse de huit à vingt images à la seconde; il faut compter quatre images par tour de manivelle. Il permet d'obtenir aussi une série de dix à vingt images à la seconde, une suite de plusieurs séries interrompues et reprises

instantanément au moment que l'on désire, aussi bien que l'image unique posée ou instantanée comme dans les appareils ordinaires.

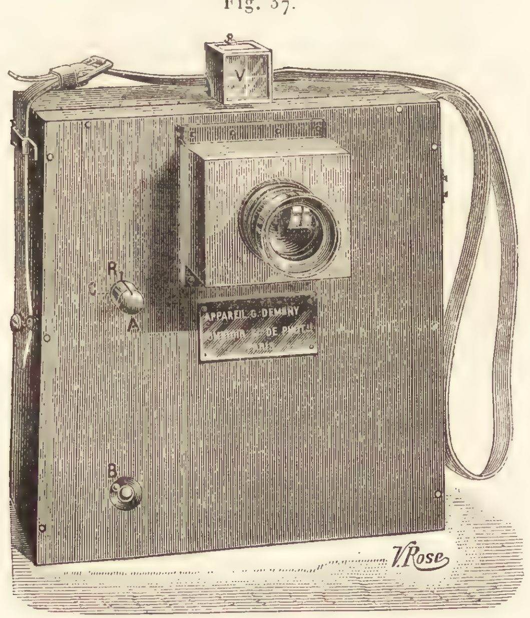
L'appareil est muni d'un anastigmat de Zeiss de 12^{cm} de foyer à diaphragme iris et à mise au point par vis hélicoïdale.

L'appareil (*fig.* 37 et 38) est composé des organes suivants :

A. — Bouton de prise des images. En l'enfonçant avec la paume de la main gauche pendant que l'on tourne la manivelle, la pellicule se déroule et la lumière pénètre dans l'appareil par la fenêtre du disque qui s'entr'ouvre.

Cette fenêtre s'ouvre à des degrés divers, suivant la position par rapport au repère R des traits gravés sur la bague C montée sur l'axe du bouton A.

Fig. 37.



M. — Manivelle qui communique son mouvement de rotation au disque obturateur. Chaque tour de manivelle correspond à quatre tours du disque et par suite à quatre images. Il faut donc faire deux tours et demi de manivelle pour prendre dix images en une seconde.

B. — Bouton d'arrêt du disque. Tourné vers le bas, le disque est libre; tourné vers le haut, un ressort frotte à la circonférence du disque et vient tomber dans un cran d'arrêt, de façon à ce que la fenêtre soit en regard

de l'objectif. Quand on veut ainsi arrêter le disque dans son cran d'arrêt, il faut avoir soin de tourner la manivelle très lentement et surtout de ne jamais tourner le bouton d'arrêt quand le disque est en rotation.

G. — Cadre de celluloïd dépoli servant à la mise au point. Pour cela, on remplace l'écran opaque H par le cadre G, que l'on glisse entre les rouleaux

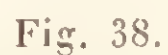
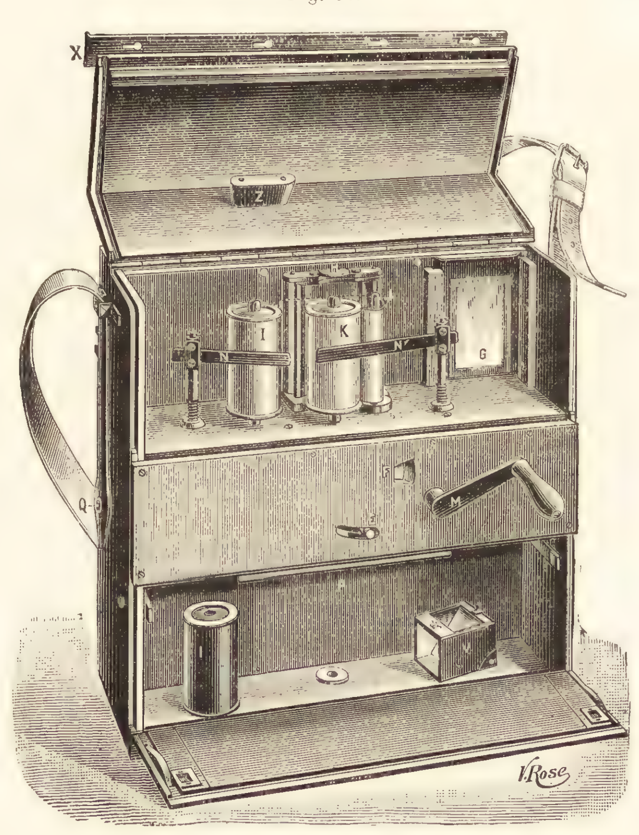


Fig. 38.



et la paroi de la boîte, les ressorts compresseurs de ce cadre appuyant contre celle-ci.

I. — Bobine magasin chargée de pellicule sensible et placée sur son axe. Cet axe porte un frein à serrage gras.

K. — Bobine réceptrice à laquelle s'agrafe l'extrémité de la pellicule. Cette bobine est entraînée par le disque lorsqu'on pousse le bouton A. Les bobines se fixent indifféremment sur l'une ou l'autre des broches qui leur

servent d'axes. La bobine doit être présentée du côté du trou libre, et la goupille qui traverse le côté opposé doit venir s'engager dans l'encoche taillée à la partie supérieure de chaque broche.

Il faut avoir soin de faire porter la goupille de la bobine au fond de l'encoche de la broche.

L. — Tige excentrique sur laquelle se réfléchit la pellicule et qui a pour fonction essentielle de communiquer à cette pellicule un mouvement intermittent.

N, N'. — Compresseurs élastiques en baleine et que l'on doit abattre sur les bobines, une fois celles-ci placées sur leurs tiges. Ils ont pour but d'empêcher les extrémités des bandes de se dérouler avant et après la prise des images.

E. — Verrou d'embrayage. En le tirant à droite après avoir eu soin de donner un tour de manivelle, on met en prise les organes entraîneurs de la pellicule, sans ouvrir la fenêtre du disque, et l'on rend ainsi indépendants le passage de la lumière et le mouvement de la pellicule.

Ce verrou d'embrayage a son utilité :

1° Quand on veut mettre au point le disque arrêté dans son cran d'arrêt et éviter que les tocs de l'embrayage se rencontrent, ce qui pourrait arriver quelquefois et ce qui empêcherait d'ouvrir la fenêtre entièrement en poussant avec le bouton A;

2° Quand on veut prendre des successions d'images uniques.

F. — Compteur de tours de la tige excentrique ou du nombre d'images. Quand le verrou E n'est pas tiré, ce compteur se met en marche dès qu'on appuie sur le bouton A. On lit sur le cadran le numéro correspondant et l'on en déduit le nombre d'images, à moins que l'on ait eu le soin de le mettre tout d'abord à 0, en tournant la manivelle et en appuyant sur le bouton A jusqu'au passage de ce chiffre.

P. — Magasin renfermant les accessoires de l'appareil: objectif, manivelle, bobines chargées, tirées et non tirées.

Q, Q. — Boutons d'attache de la courroie qui sert à porter l'appareil sur l'épaule.

Ces boutons à vis se fixent dans des écrous au pas du Congrès. On peut, à leur place, y visser une clef et immobiliser ainsi l'appareil sur une de ses faces, inférieure ou latérale, suivant que l'on veut prendre des vues dans le sens de la longueur ou de la largeur de l'épreuve.

V. — Viseur mobile à double effet.

X. — Réglette métallique permettant de fermer hermétiquement la partie supérieure de l'appareil formant chambre noire.

Z. — Cale maintenant les deux bobines magasins I et K lorsque l'appareil est tourné.

Chargement des bobines. — On colle tout d'abord à l'extrémité de la pellicule, sur une longueur de 10^{cm} environ, l'extrémité d'une bande de papier noir, dont l'autre extrémité, taillée en pointe, est enfoncée de 4^{cm} à 5^{cm} dans la fente de la bobine. On enroule le tout, le papier d'abord, la pellicule ensuite, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, la face émulsionnée en dehors, et présentant vers le haut le trou de la bobine qui porte une goupille, et l'on serre fortement la pellicule. Quand on est au bout de la pellicule, qui peut avoir à volonté 3^{m} à 5^{m}, on colle à son extrémité, toujours sur 10^{cm} environ, une autre bande de papier noir et l'on continue l'enroulement. Dès qu'il est achevé, on maintient la bande serrée sur la bobine au moyen d'un anneau de caoutchouc. La pellicule, ainsi enroulée entre deux bandes de papier noir, se trouve à l'abri de la lumière et peut être portée au jour, et toutes les bobines chargées peuvent être mises dans le coffre de l'appareil.

Chargement de l'appareil. — Dans le laboratoire, ou au dehors, mais alors sous le voile noir, on enfile une bobine chargée sur l'axe vertical de gauche I (*fig.* 38) et une bobine libre sur l'axe vertical de droite K; on met le compresseur sur la bobine de gauche I, puis on déroule suffisamment la bande de papier noir pour la faire passer devant le volet opaque H, en avant de la tige excentrique L, puis derrière la bobine réceptrice K, pour engager l'extrémité dans une des fentes de cette bobine et de façon à l'enrouler en sens inverse de la bobine magasin, comme l'indique la figure. On tourne cette bobine à la main, de façon à faire enrouler le papier noir de deux ou trois tours, on met le compresseur et l'on ferme le couvercle.

Fonctionnement de l'appareil. — On engage la manivelle M dans le pignon qui se trouve à l'arrière de la boîte rectangulaire; on s'assure que le disque est libre en tournant vers le bas le bouton d'arrêt B et en poussant de droite à gauche le verrou d'embrayage E qui est à côté de la manivelle.

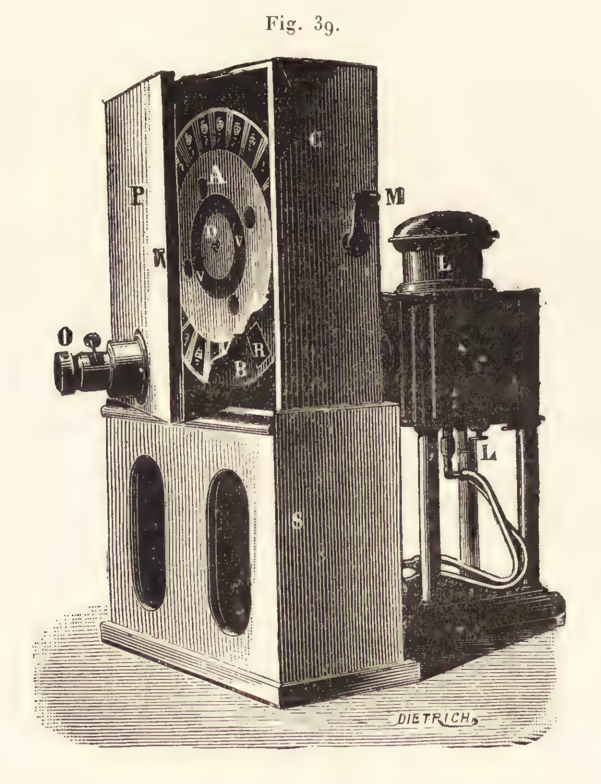
Suivant le jour dont on dispose, on règle l'ouverture de la fenêtre du disque en faisant tourner devant son repère R la virole

de cuivre graduée C, qui est montée sur l'axe du bouton d'embrayage A. Le chiffre le plus élevé indique la plus grande ouverture. En poussant à fond le bouton de bois A, on tient l'obturateur déclenché, c'est-à-dire sa fente ouverte à l'ouverture qu'on a voulu lui donner.

L'obturation se fait, en réalité, par le passage, devant cette fente, d'un disque plein muni d'une fenêtre.

Bioscope de M. Demeny (*fig.* 39). — Cet instrument est le complément de l'appareil précédent ; il sert à reproduire le mouvement que ce dernier a analysé. Il est surtout destiné au portrait vivant, à la synthèse des allures du cheval et des autres animaux. Tous les mouvements qui se reproduisent périodiquement, comme

Fig. 39.



les vagues de la mer, les cascades, les mouvements professionnels, sont rendus avec une vérité saisissante.

Un disque de verre ou de pellicule transparente de 42^{cm} de diamètre porte à sa circonférence une série d'images positives d'un sujet quelconque. Ces images, au nombre de trente, ont 3^{cm} sur $4^{cm},5$; elles sont obtenues par contact avec un négatif composé spécialement au moyen des épreuves négatives du chronophotographe.

Ce disque à images positives est percé de deux trous : l'un qui sert à le centrer, l'autre à repérer les images. Il se fixe contre une assiette de métal et au moyen d'un ressort compresseur.

La confection d'un positif bioscopique consiste, étant choisie une série convenable de trente images, à séparer ces images positives pelliculaires et à les fixer sur la circonférence d'un disque de papier noir percé de trente fenêtres parfaitement équidistantes. Il suffit de coller par ses bords, à chaque fenêtre, l'image correspondante dans l'ordre obtenu.

Les points immobiles des sujets photographiés doivent occuper exactement la même position dans toutes les fenêtres. S'il n'en était pas ainsi, l'image en mouvement se déplacerait dans le champ de la fenêtre qui doit paraître immobile lorsqu'on fait tourner l'appareil. Il se produirait alors des saccades et des sautillements fort désagréables à l'œil.

Le repérage des images est donc une opération capitale.

Devant ce disque à images positives et relié avec lui par un système d'engrenages, un second disque opaque percé d'une fenêtre tourne de telle façon que, lorsqu'il a fait un tour, le disque à images avance d'une image seulement.

On imprime à l'appareil une vitesse de rotation suffisante par la manivelle, et en regardant par une lentille grossissante l'image éclairée par la lumière du jour ou celle d'une lampe ordinaire, on a l'illusion du mouvement.

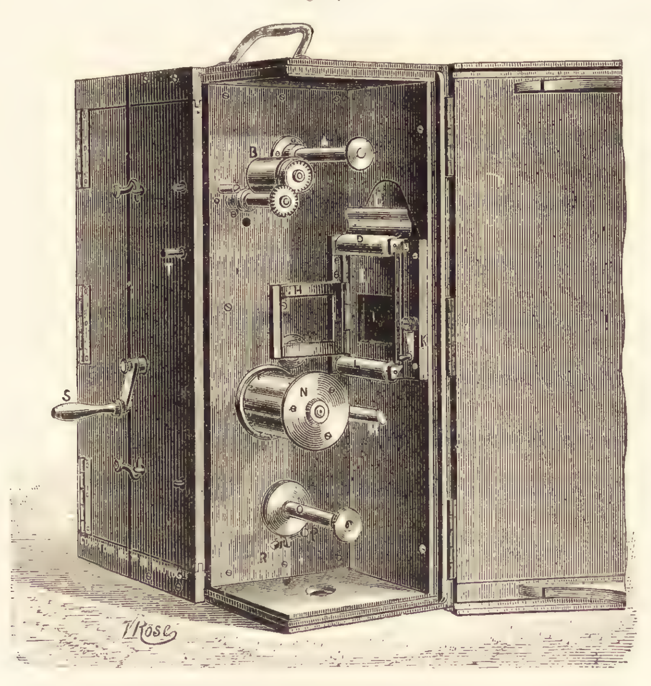
Enfin, on peut projeter en grand ces images, en faisant passer le disque dans la fente, convenablement élargie, d'une lanterne à projections.

Appareil à bandes de M. Demeny. — Grâce à une modification empruntée aux cinématographes, l'appareil chronophotographique

de M. Demeny est devenu utilisable pour la projection des scènes mouvementées.

La pellicule sensible est percée de trous qui s'engrènent dans les dents d'un barillet, et de ce fait les images se maintiennent


Fig. 40.



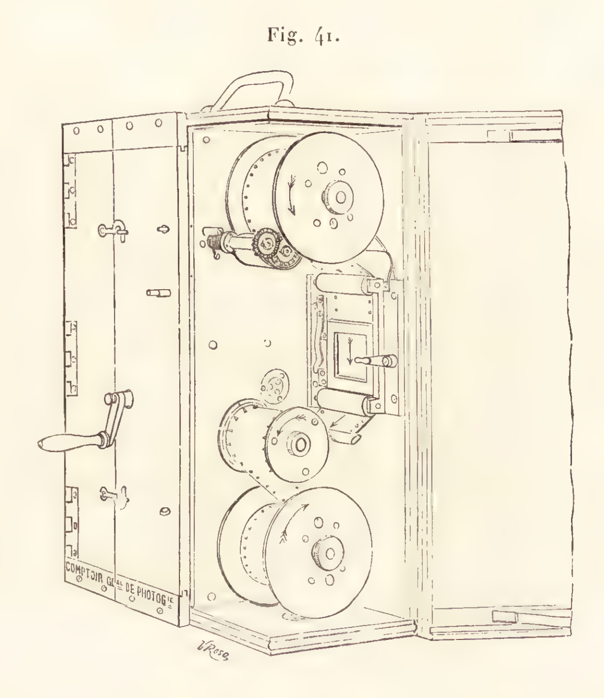
toutes de dimensions semblables, et leur substitution les unes aux autres se fait sans irrégularité.

Le film est de 60^{mm} de large, et les images ont 5^{cm} de côté, dimension bien supérieure à celle des autres modèles; les images étant plus grandes ont besoin d'un agrandissement moindre et ne demandent pas un éclairage aussi intense : de là la possibilité d'utiliser la lumière oxhydrique ou oxy-éthérique.

Dans ce modèle, la bobine sur laquelle la bande pelliculaire a été préalablement enroulée à l'aide d'un bobinoir est placée sur l'axe fixe A (*fig.* 40 et 41). Un galet entraîneur B, composé d'un cylindre recouvert d'un manchon de caoutchouc et commandé par

une transmission placée à l'intérieur de l'appareil, a pour fonction de faire dérouler seulement une quantité déterminée de la bande pelliculaire. Cette portion de bande vient s'engager entre un guide C et un galet D tout le long d'un couloir E, garni de velours,

Fig. 41.



dans lequel se trouve un cadre frotteur H, placé en face de la fenêtre I et présentant un évidement identique à celui formant l'ouverture de cette fenêtre.

Ce cadre frotteur, garni de velours comme le couloir, est mobile autour d'une charnière adaptée à l'un de ses côtés et, quand la pellicule est passée, on applique le cadre sur elle et il la maintient en pression douce et continue en venant s'enclencher dans le taquet à ressort K.

Après avoir passé sous le cadre H, la pellicule s'engage sous le galet L, puis également sous la came M, de là on la fait passer sur le cylindre denté NN, d'où elle ira finalement s'enrouler sur la bobine réceptrice, préalablement placée sur l'axe entraîneur O.

Avant d'introduire les bandes dans l'appareil, il est de première nécessité de vérifier soigneusement le sens dans lequel elles sont enroulées.

Dans les projections par réflexion, la surface de gélatine doit être extérieure, et dans les projections par transparence, cette même surface doit être à l'intérieur de la bobine.

L'introduction de la bobine ainsi préparée sur l'axe fixe A (*fig.* 40) s'effectue en enlevant le bouton qui termine l'extrémité libre de cet axe, dont la fonction consiste à maintenir la bobine dans sa position et à empêcher tout glissement dans le sens longitudinal de l'axe. Ce bouton doit donc être replacé aussitôt après l'introduction de la bobine.

Avant ce replacement, il est nécessaire encore, pour que la bobine s'introduise bien et dûment à sa place, d'abaisser de droite à gauche et de haut en bas le galet entraîneur B qui, une fois la bobine introduite, viendra comprimer la bande pelliculaire, ainsi que le montre la *fig.* 40.

On procède alors à l'amorcement de la bande pelliculaire en lui faisant suivre le parcours que nous avons indiqué.

Les bandes pelliculaires positives sont repérées. Ce repérage consiste en un trait ou en un trou circulaire percé en un endroit déterminé, correspondant exactement à la place que doit occuper la bande pelliculaire sur le cylindre denté, pour qu'au moment du déroulement chaque image se présente dans tout son entier devant la fenêtre I.

Ce trait ou ce trou devra être fixé contre la dent du cylindre devant laquelle se trouve gravée une petite flèche et se présenter en parfaite coïncidence avec elle. Il est facile de déterminer au besoin le repère soi-même en présentant le sujet devant le cadre et en examinant si chaque tour de la came ramène bien le sujet entièrement dans le champ.

La bobine réceptrice introduite sur l'axe O est percée sur ses joues de deux trous excentrés. Le plus rapproché du centre est destiné à recevoir la tête de vis P émergeant à la base de l'axe O (*fig.* 40). La bobine se trouve ainsi rigoureusement assujettie à son axe. Condition importante, puisque cet axe est celui qui commande tout le mouvement d'entraînement.

Cet assujettissement est rendu plus complet encore par le bouton de l'extrémité libre de l'axe O, semblable à celui de l'axe A et ayant même fonction.

En outre du rôle d'assujettisseur qu'elle joue par rapport à la bobine réceptrice, la vis P possède une autre fonction intéressante. Montée sur le plateau d'un frein, elle se meut à la même vitesse que l'axe O, mais peut aussi, suivant le besoin, prendre une vitesse différente dont le but est d'empêcher les perforations de la bande pelliculaire, en passant sur le cylindre denté N, de se tendre trop sur les dents, ce qui amènerait infailliblement des déchirures.

A l'aide de la vis tête carrée R, il est très facile de régler la vitesse et la résistance que le frein peut opposer à la continuité du déroulement de la bande pelliculaire.

Dans le cas où les perforations ne tomberaient pas juste à leur place, il faudrait serrer la vis R si les perforations ont une tendance à se placer en arrière des dents; desserrer, au contraire, si elles ont une tendance à se placer en avant.

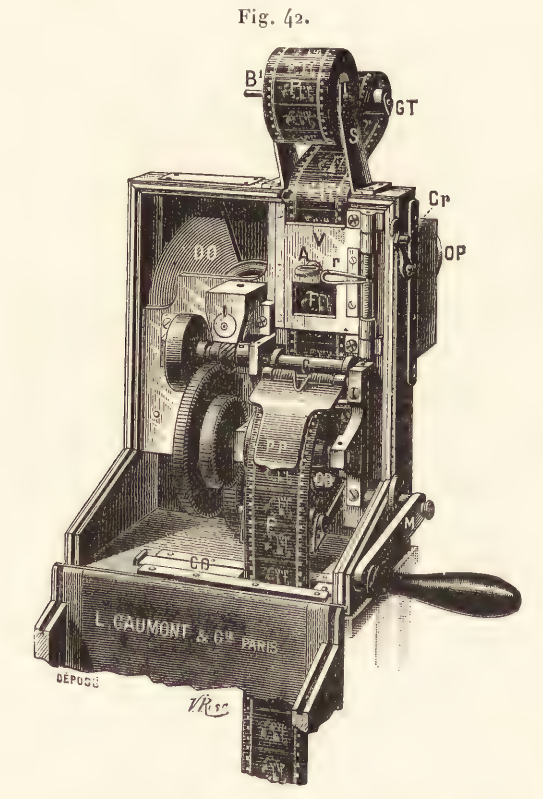
Modèle d'amateur à bandes de 35^{mm}. — Le grand modèle de chronophotographe que nous venons de décrire demande des bandes de 60^{mm} de largeur, et cette mesure entraîne des dimensions un peu considérables de tout l'appareil. En plus, le prix de revient des films est assez élevé. Pour obvier à ces deux inconvénients, M. Gaumont, l'habile constructeur du chronophotographe, a combiné un instrument de volume très réduit, et qui équivaut à celui d'une chambre noire 13×18; les films ne mesurent que 35^{mm} de large et portent quatre perforations par image; elles sont au pas d'Edison, ce qui permet de faire passer dans l'appareil à projections la plupart des films qui se trouvent actuellement dans le commerce. Enfin, dernier avantage, le prix de l'appareil est de beaucoup diminué et ne dépasse guère celui d'un appareil photographique un peu soigné.

Le nouveau modèle diffère non seulement par ses dimensions, mais aussi par ses dispositions mécaniques; il est devenu à la fois plus simple et plus compact, et sa marche est d'une régularité, d'une douceur encore plus parfaites.

Ce chronophotographe d'amateur se compose d'une boîte rec-

tangulaire de 15cm de côté, 20cm de hauteur et 10cm de largeur; en avant, une boîte à coulisse porte les objectifs, l'un pour la prise des vues, anastigmat de Zeiss de 50mm de foyer; l'autre pour les projections, objectif double de Darlot. La partie postérieure de la boîte peut s'abattre en pivotant sur deux charnières inférieures, et

Fig. 42.

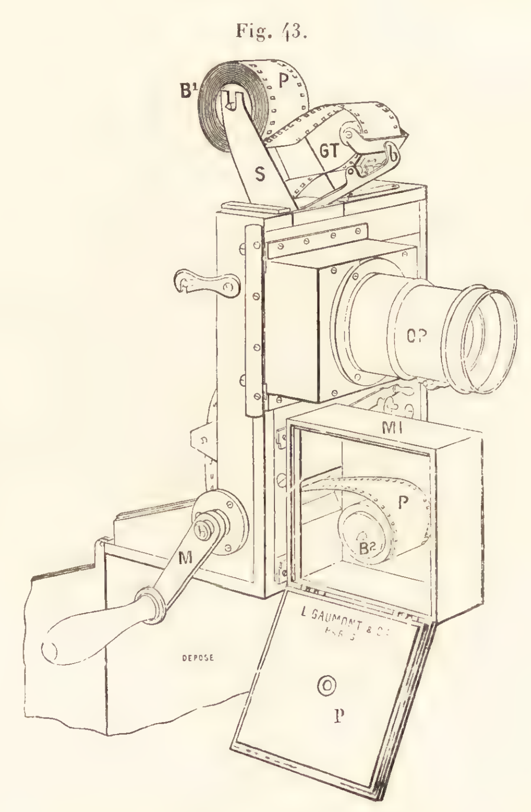


laisse à nu le mécanisme, de façon à mettre en place aisément les bandes de films.

Une bobine métallique (*fig.* 42) chargée de pellicule sensible est enfermée dans le magasin supérieur MS, dans lequel elle tourne librement sur son axe, maintenue d'un côté par une crapaudine, engagée de l'autre dans un trou à épaulement circulaire, disposition qui empêche la lumière de pénétrer dans la boîte. Celle-ci est fixée à frottement dans une coulisse métallique, qui peut recevoir

également un porte-pellicule libre pour les projections. A sa partie inférieure, sur la face engagée dans la coulisse, cette boîte-magasin porte une fente fermée par un volet à coulisse que l'on peut manœuvrer du dehors. Par cette fente passe la pellicule, qui s'engage aussitôt dans un couloir garni de velours et qui la conduit devant

Fig. 43.



la fenêtre de l'appareil. Celle-ci est maintenue en place par une porte à ressort AV, de telle sorte que la pellicule circule entre deux surfaces de velours et ne peut ainsi être éraillée, abîmée par le frottement qu'elle subit, et qui est indispensable pour assurer sa planéité. Au-dessous du volet la pellicule s'infléchit en arrière dans une gouttière courbe qui la conduit sur le rouleau à chevilles CD. Dans cette gouttière elle se trouve tantôt libre, tantôt tendue par une came qui tourne à l'intérieur; de telle sorte qu'elle

est tantôt tendue et entraînée en bas, tantôt libre et alors arrêtée, ce qui produit le mouvement intermittent nécessaire. Un rouleau métallique creux et muni de deux rangées de chevilles entraîne la pellicule d'un mouvement continu, et un guide à ressort PP assure le contact sur le cylindre et la prise des dents.

Cette disposition a le grand avantage de donner à tout le mécanisme entraîneur un mouvement continu, et de n'avoir à vaincre aucune inertie intermittente, ce qui assure la régularité des mouvements. C'est du reste l'idée mère de l'appareil initial de M. Marey ; les dispositions mécaniques seules sont légèrement modifiées.

Au-dessous du cylindre à chevilles, la pellicule devient libre et s'engage soit dans une fente pratiquée à la face inférieure de la boîte, d'où elle tombe librement en dessous (cas des projections), ou bien elle est ramenée en avant, en passant dans une fente garnie de velours, d'où elle pénètre dans une seconde boîte-magasin semblable à celle du haut MS, et qui elle aussi s'engage dans une coulisse inférieure.

L'axe de cette bobine réceptrice est fendu à l'une de ses extrémités, et celle-ci dépasse la paroi externe de la boîte DE; tandis que l'autre extrémité de cet axe vient se loger dans un tourillon P que porte la boîte MI.

La boîte métallique DE qui s'engage à coulisse à côté de MI, et qui est maintenue en place par le loquet L, contient une roue dentée qui actionne un pignon dont l'extrémité sort au dehors et peut s'engager dans la fente de l'axe de la bobine réceptrice. La roue dentée est commandée par un premier engrenage calé sur l'axe de la manivelle M.

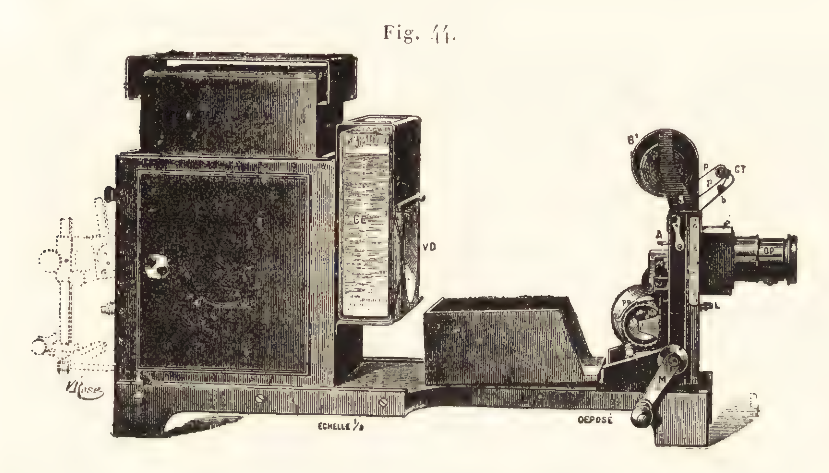
Cette même roue commande à la fois le mécanisme d'enroulement de la bobine inférieure, le tambour à chevilles et l'excentrique et, par l'intermédiaire d'un second axe portant un pignon d'angle, le volet obturateur DO qui passe à l'arrière de l'objectif et à l'avant de la fenêtre de réception des images. Enfin un viseur clair permet de suivre aisément le sujet à photographier.

Toutes ces parties sont parfaitement équilibrées, aussi les mouvements se font avec une douceur extrême et une régularité parfaite; enfin, dernier avantage, l'appareil est presque silencieux, ce qui n'est pas ordinaire dans la plupart des cinématographes.

Tel est l'aménagement de l'appareil pour la prise des images; les dispositions sont un peu différentes pour la projection.

Au lieu de placer au-dessus de l'appareil la boîte MS, on glisse dans la coulisse un support métallique S terminé par deux fourches à ouverture libre dans lesquelles on engage l'axe du rouleau porte-pellicule B'. Cette dernière, au lieu de pénétrer directement dans l'appareil, s'engage sur le rouleau GT, monté à flexion sur une lame

Fig. 44.



de laiton B, ce qui lui donne une certaine élasticité régularisant le mouvement de la pellicule. On substitue l'objectif à projection à celui destiné à la prise des négatifs, et l'on remplace également l'obturateur par un autre plus léger et dont le secteur occupe environ le tiers de la surface totale.

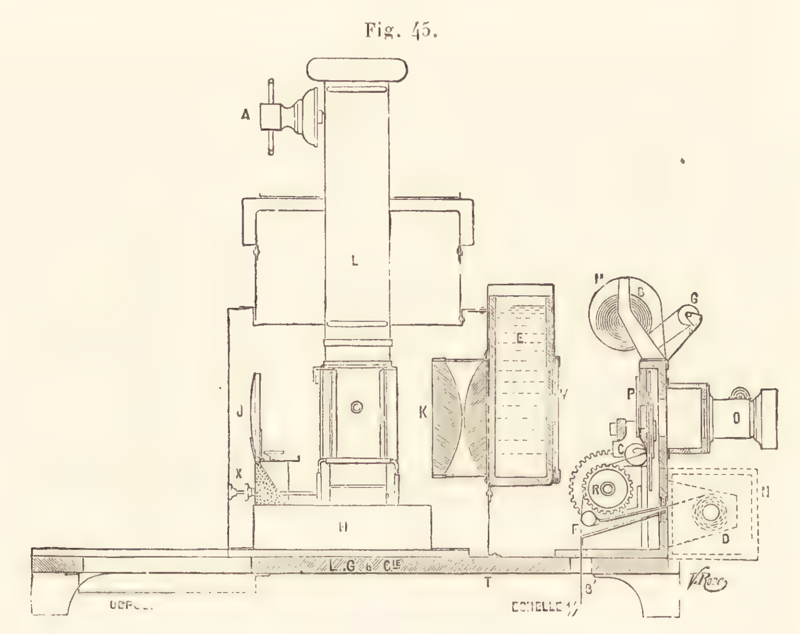
Le repérage des images s'effectue avec la plus grande facilité lorsqu'elles proviennent de clichés pris avec le chronophotographe, ou bien lorsque les perforations sont régulières : quatre par cliché, pas d'Edison. L'amorçage s'effectue en mettant le bord inférieur de la bande cinématographique en contact, sur le cylindre denté, avec le repère qu'il porte à cet effet.

L'appareil ainsi disposé se fixe à l'avant d'une planchette à coulisse (*fig.* 44 et 45) au moyen d'un bouton de serrage; à l'arrière se place la lanterne; celle-ci reçoit à volonté un appareil d'éclairage à l'oxygène ou un régulateur de lumière électrique; en avant du condensateur une cuve en verre pleine d'eau CE se place dans une

coulisse en tôle; et celle-ci porte en avant une coulisse VD dans laquelle glisse un verre dépoli : on évite de la sorte un trop grand échauffement pendant la mise en place de la pellicule.

Tel quel, l'appareil de M. Gaumont est d'un maniement facile,

Fig. 45.



il tient peu de place, ne fait pas de bruit, et enfin évite en grande partie toute oscillation des images.

Cinématographe de Lumière. — Comme toujours, Edison introduisit de nombreuses modifications dans son kinétoscope, et se contenta tout d'abord d'appareils à vision directe. Il annonça bien avoir obtenu des images projetées en grandeur naturelle, mais cet appareil était encore inconnu en Europe quand MM. Lumière mirent au jour leur cinématographe. Ici les organes mécaniques diffèrent complètement de ceux du kinétoscope, et ils sont également différents, pour la plus grande part, de ceux du chronophotographe de M. Marey; mais ce n'est encore à tout prendre qu'une modification de l'invention primitive.

L'instrument que construisent aujourd'hui MM. Lumière est

excellent, et son succès seul prouve surabondamment ses qualités; mais, avant d'en arriver au modèle définitif, ces Messieurs ont successivement apporté des modifications des plus ingénieuses. Et il nous a paru intéressant de les faire connaître, avant de donner la description de l'appareil définitif.

Dans un premier brevet du 13 février 1895, MM. Lumière décrivent ainsi, sous le titre de : « Appareil servant à l'obtention et à la vision des épreuves chronophotographiques », leur premier type de cinématographe :

« On sait que les épreuves chronophotographiques donnent l'illusion du mouvement par la succession rapide, sous les yeux de l'observateur, d'une série de photographies, tirées à intervalles rapprochés, d'objets ou personnages en mouvement.

» Notre invention consiste en un nouvel appareil servant à l'obtention et à la vision de ces épreuves.

» Le mécanisme de cet appareil a pour caractère essentiel d'agir par intermittence sur un ruban régulièrement perforé, de manière à lui imprimer des déplacements successifs, séparés par des temps de repos, pendant lesquels s'opère soit l'impression, soit la vision des épreuves.

» Chacun de ces déplacements étant d'ailleurs obtenu avec une vitesse variable, nulle au commencement et à la fin de la course, et maximum en son milieu afin de ne pas détériorer le ruban par une attaque ou un abandon trop brusques.

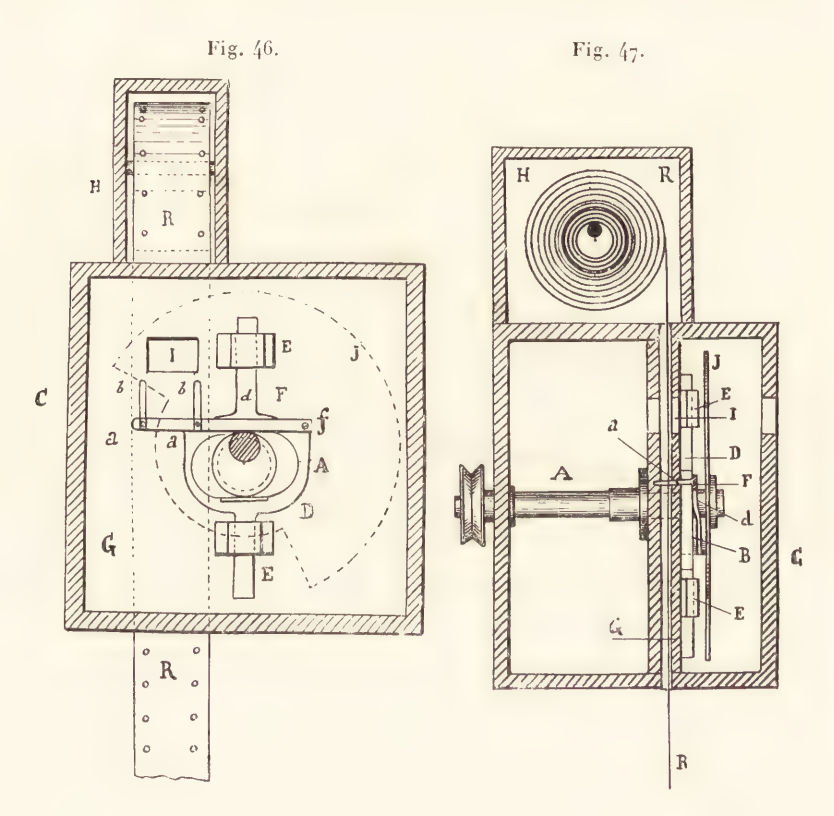
» Ces conditions sont réalisées en pratique par l'appareil que représente les figures ci-jointes.

» La *fig.* 46 est une vue de face et la *fig.* 47 une coupe dans un plan perpendiculaire à celui de la figure.

» Le mécanisme renfermé dans la chambre C est commandé par un arbre unique A, recevant son mouvement, en dehors de la chambre, d'un moteur quelconque. Sur l'arbre A est monté un excentrique B, donnant un mouvement de va-et-vient à un coulisseau vertical D, glissant dans les guides E, E. Sur ce coulisseau est montée une lame horizontale F formant charnière ou ressort à son extrémité f et portant à son autre extrémité deux pointes a, a traversant la cloison G dans deux ouvertures allongées b, b.

» Derrière la cloison G est un couloir vertical, dans lequel descend le ruban perforé R, enroulé préalablement et suspendu librement, dans une boîte H, à la partie supérieure de l'appareil; les perforations de ce ruban disposées sur les deux bords à distances

Fig. 46. Fig. 47.



égales, peuvent être traversées par les pointes a, a, le ruban est entraîné vers le bas par la descente de ces pointes, qui dans leur mouvement ascensionnel se soulèvent au contraire pour le laisser au repos.

» Ce soulèvement est produit par un petit ergot d, fixé sur la lame F, et s'engageant dans une cannelure ondulée creusée à la circonférence de l'excentrique B.

» Il résulte de cette disposition :

» 1° Que le ruban est entraîné vers le bas pendant la course des-

cendante des points *a*, et qu'il reste en repos pendant leur course ascendante.

» 2° Que les pointes pénètrent dans les perforations du ruban et en ressortent pendant les points morts de l'excentrique, alors que leur vitesse est voisine de zéro, quelle que soit la rapidité des mouvements;

» 3° Que ces mêmes pointes attaquent et abandonnent le ruban sans chocs, et par conséquent sans détériorer les perforations.

» Le ruban se déroule d'ailleurs très librement de la boîte H, où il est simplement maintenu sur un axe fixe.

» La cloison G est percée d'une fenêtre I, de la dimension de l'une des images successives; cette fenêtre est alternativement couverte et découverte par un obturateur formé d'un simple disque échancré J, dont le contour est vu en pointillé (*fig.* 46). L'échancrure du disque correspond à un secteur d'un angle qu'il suffit de faire varier pour modifier le temps de pose et qui peut atteindre 170° environ, ce qui serait trop pour l'obtention d'images nettes, mais qui constitue une condition très favorable pour la vision des images; lorsque l'appareil sert à cet effet, elle est disposée de manière à découvrir la fenêtre I, pendant que le ruban est immobile, c'est-à-dire pendant la course ascensionnelle des pointes *a*.

» Le mécanisme qui vient d'être décrit est utilisé soit dans le même appareil, soit avec des appareils spéciaux :

» 1° A l'obtention des images négatives ou clichés, par la pose directe des scènes à reproduire;

» 2° Au tirage des épreuves positives;

» 3° A la vision directe ou à la projection sur écran des photographies en mouvement.

» Les clichés sont obtenus sur un ruban de papier sensible transparent ou mieux de pellicule sensible perforé sur ses bords comme nous l'avons expliqué.

» La chambre C étant fermée et munie d'un objectif en face de la fenêtre I, les phases successives de la scène animée qui pose devant l'objectif sont reproduites sur le ruban pendant qu'il est au repos et découvert par l'obturateur, tandis que la descente du ruban a lieu pendant que la fenêtre I est cachée par ledit obturateur.

» On pourra de cette manière obtenir des impressions très nettes se succédant rapidement, vingt fois par seconde, par exemple, avec un temps de pose pouvant atteindre dans ce cas $\frac{1}{50}$ de seconde environ sur une surface complètement immobile.

» La bande impressionnée descend librement dans une chambre noire au-dessous de l'appareil, où elle est prise pour le développement.

» Le tirage des positives a également lieu sur un ruban sensible, transparent ou non, perforé exactement comme le premier.

» Les deux rubans superposés traversent l'appareil comme précédemment avec une vitesse qui peut cependant être moindre, suivant le degré de sensibilité ou d'éclairage.

» Enfin le même mécanisme ou un mécanisme semblable servira ensuite à la vision directe ou à la projection des images positives.

» Ces images se succéderont absolument de la même manière et reviendront exactement à la même place que les impressions reçues à la pose; elles seront vues isolément, à l'état de repos complet, et pendant un temps presque égal à l'interruption entre deux images consécutives, conditions très favorables à la netteté et à la continuité de la vision. »

Le premier appareil ainsi construit donnait déjà des résultats remarquables, mais MM. Lumière ne tardaient pas à le perfectionner; de là leur nouveau brevet du 13 février 1895.

« Le premier de ces perfectionnements est montré par les *fig.* 48 et 49, la *fig.* 50 étant une coupe suivant xy de la *fig.* 48. Il a pour objet de rendre plus doux et plus rapides les mouvements des pointes a, a, lorsqu'elles s'engagent dans les perforations du ruban ou qu'elles les abandonnent.

» Dans ce but, les pointes a, a sont constituées par une fourchette très légère F (vue à une plus grande échelle *fig.* 49), montée sur un prolongement latéral du coulisseau II, et guidée par un petit support f de manière à coulisser horizontalement. Elle porte sur sa tige centrale une touche d actionnée tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre, par deux bras g, g fixés à l'arbre A et portant à leurs extrémités deux portions d'hélice en sens contraire. Les bras g, g sont disposés de façon à repousser la fourchette

dans les perforations du papier avant que le coulisseau ne commence sa marche descendante, et à la retirer en arrière avant la course ascendante. Tout se passe d'ailleurs de la manière décrite

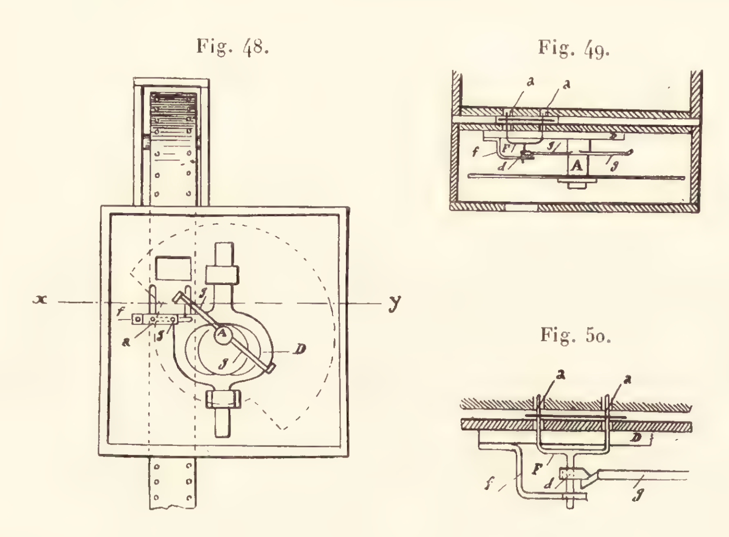
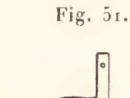


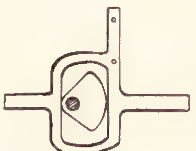
Fig. 48. Fig. 49. Fig. 50.

dans le brevet primitif, sauf la douceur et la promptitude des mouvements.

» Une seconde modification a pour but d'augmenter au besoin le temps de repos du ruban en substituant à l'excentrique qui conduit le coulisseau une came de tracé convenable, par exemple la came triangulaire représentée *fig.* 51, qui permet de maintenir le

Fig. 51.





ruban immobile pendant les deux tiers du temps total, condition très favorable pour la vision, soit directe, soit en projection, et pour l'obtention d'images avec des temps de pose relativement grands.

» Enfin, nous avons rendu la vision plus nette dans l'observation directe ou par projection, en diminuant le scintillement, dû à la suppression périodique de la lumière.

» Dans ce but, le disque échancré opaque employé pour l'obtention des images est remplacé par un disque échancré en matière translucide, papier huilé, paraffiné, celluloïd, etc. »

Dans un second certificat d'addition du 13 février 1895, MM. Lumière ont encore apporté de nouvelles modifications à leur cinématographe.

« Ce perfectionnement a trait à la réception de la bande de pellicule impressionnée à sa sortie de l'appareil. Dans notre premier modèle, cette bande descendait librement dans une chambre noire; mais il est préférable, pour la commodité des manipulations suivantes, de l'enrouler au fur et à mesure sur un rouleau placé lui-même à l'intérieur d'une boîte qui permet de le transporter à l'abri de la lumière.

» Les *fig.* 52, 53 et 54 montrent la disposition que nous avons adoptée dans ce but.

» Le rouleau est enfermé dans une boîte E, placée derrière l'appareil A; il reçoit son mouvement à l'extérieur par un plateau de friction C, sur lequel s'appuie un galet D, monté à l'extrémité de l'arbre principal de l'appareil qui, comme on le sait, tourne d'un mouvement continu.

» La bande pelliculaire B, descendant de l'appareil, se relève en passant dans une gouttière F, pénètre dans la boîte derrière une cloison G, dont elle contourne la partie supérieure, et se rend au rouleau dans une direction se rapprochant de l'horizontale.

» Le rouleau se compose d'un axe H, portant à l'extérieur le plateau C qui le met en mouvement d'une manière continue; sur cet axe est enfilé un tube R, de diamètre plus grand, sur lequel s'enroule la pellicule dont l'extrémité est fixée par deux petites lames de ressort (*fig.* 53).

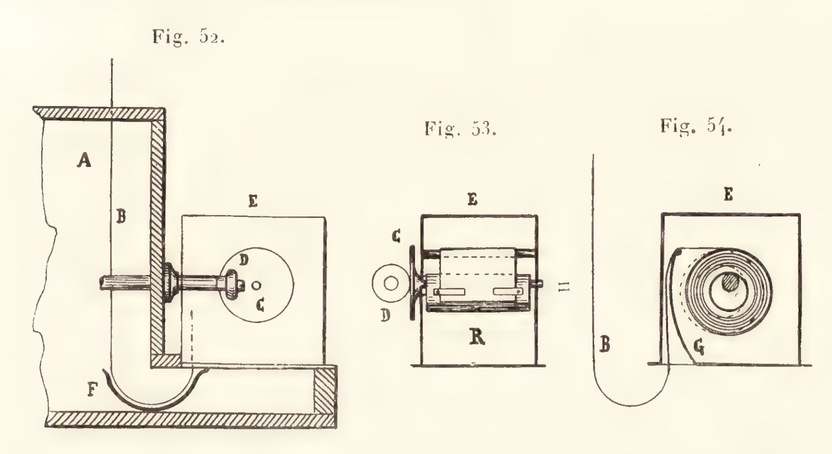
» La friction de l'axe sur le tube est suffisante pour enrouler la pellicule lorsqu'elle lui est fournie par le tirage des pointes de l'appareil, mais non lorsqu'elle est au repos. Grâce d'ailleurs à la pré-

caution prise de donner au rouleau un diamètre plus grand que celui de l'axe, et de faire arriver la pellicule au sommet, la force vive emmagasinée par le rouleau pendant son mouvement ne peut produire, au moment de l'arrêt, qu'une oscillation sur l'axe, le rouleau atteignant une position voisine de celle indiquée en pointillé *fig.* 54, sans prolonger l'enroulement.

Fig. 52.

Fig. 53.

Fig. 54.



» La bande une fois enroulée peut être transportée dans la boîte à l'abri de la lumière ou retirée de la boîte avec le tube R qui sert à la monter sur les appareils suivants.

» Le même mode d'enroulement peut être appliqué à l'appareil destiné à la vision des épreuves. Il sera inutile dans ce cas de l'enfermer dans une boîte. »

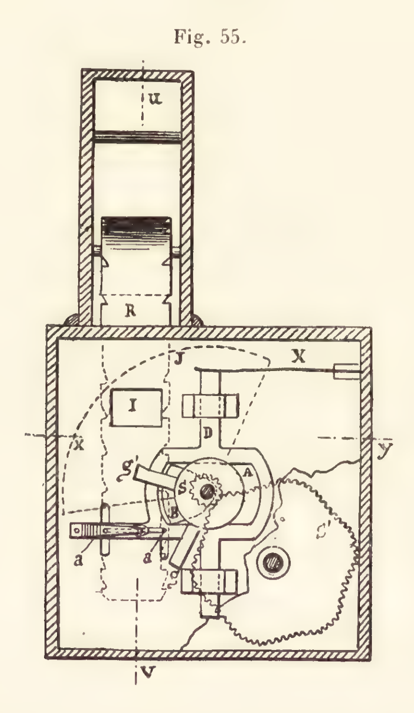
Ainsi construit et perfectionné, le cinématographe de MM. Lumière présentait encore quelques légers défauts, et il abîmait parfois les pellicules; c'est pour remédier à cet état de choses que ces Messieurs modifièrent encore leur instrument (certificat du 28 mars 1896).

« Dans notre brevet et dans nos précédentes additions, nous avons expliqué que le principal avantage de notre appareil est de donner au ruban qui reçoit ou montre les images un temps de repos absolu, dont la durée est une fraction notable du temps total qui sépare l'impression ou la vision de deux épreuves successives. En

remplaçant par une came l'excentrique qui, primitivement, actionnait la griffe qui mène le ruban, nous étions parvenus à augmenter ce temps de repos; mais au delà d'une certaine limite, le tracé de cette came conduit à des changements de direction trop brusques, qui risqueraient de détériorer le ruban.

» Pour éviter cet inconvénient, nous avons imaginé de donner à l'arbre lui-même sur lequel est montée cette came un mouvement

Fig. 55.

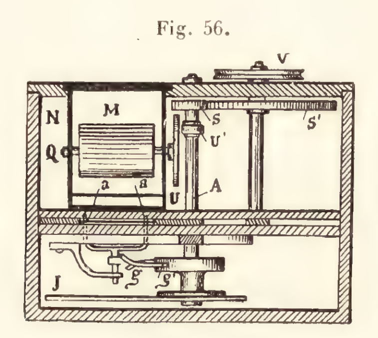


à vitesse périodiquement variable, dont le maximum correspond à la descente de la griffe entraînant le ruban, et le minimum à l'ascension de la griffe pendant laquelle le ruban reste au repos. Ce résultat est obtenu en appliquant le moteur sur un axe intermédiaire, dont le mouvement, de vitesse uniforme, est transmis à l'arbre portant la came, au moyen d'engrenages convenablement excentrés.

» La *fig.* 55 représente l'ensemble de l'appareil avec ses derniers perfectionnements :

» Sur l'arbre principal A est monté un pignon excentré S, conduit par une roue à contour ondulé S', dont l'axe porte une poulie de commande V. La position montrée *fig.* 56 correspond au mi-

Fig. 56.

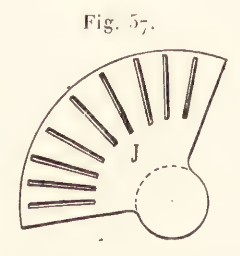


lieu de la course ascendante du ruban, point où la roue S commandée par son petit rayon atteint sa vitesse maximum. Le secteur J couvre en même temps la fenêtre I, derrière laquelle passe le ruban R.

» Les variations périodiques du travail de l'arbre A, dont le maximum a lieu pendant la descente du ruban, sont compensées en partie par le poids du coulisseau D; on pourra rendre cette compensation plus effective en appliquant sur la tête de ce coulisseau un ressort X.

» Il peut arriver que le retrait de la pellicule dont est formé le ruban, déplace les perforations pratiquées sur ses bords, et que

Fig. 57.

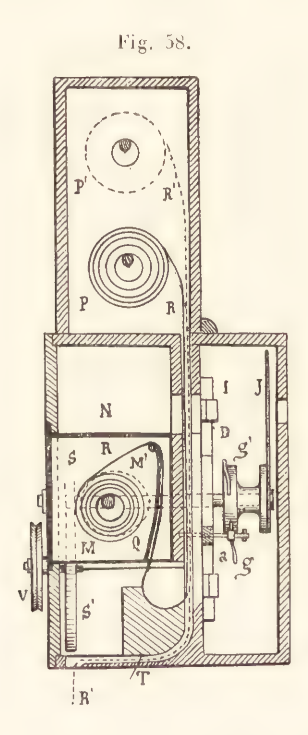


l'écartement de ces dernières ne corresponde plus à celui des pointes de la griffe. On peut éviter cet inconvénient en remplaçant les perforations par des encoches en forme de dents de rochet ou de crémaillère, comme le montre la *fig.* 55. Cette forme permet

aussi l'emploi de dents plates, ayant avec la pellicule un contact plus étendu qu'une simple tige ronde.

» La *fig*. 58 montre, appliquée à l'appareil, la disposition d'enroulage automatique sans chocs. Le ruban qui se déroule du rouleau supérieur P vient s'enrouler dans la boîte mobile N, par les

Fig. 58.



moyens déjà décrits. Lorsqu'on procède au tirage des épreuves positives, le ruban négatif est porté par un deuxième rouleau P', superposé au premier, et sort vers le bas de l'appareil par un canal T, comme l'indique le tracé en pointillé.

» Quand on fait servir l'appareil à la vision, soit directe, soit par projection, le passage périodique de la lumière à l'obscurité cause une scintillation que l'on évitera ou atténuera du moins en partie, en pratiquant sur le secteur obturateur J des fentes étroites dirigées suivant les rayons, comme le montre la *fig*. 57. Ces fentes, qui pourront avoir des formes et des dimensions variables, seront

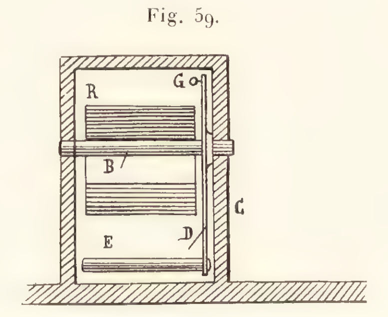
réparties, régulièrement ou non, sur tout ou partie de la surface du secteur. »

Enfin, dans un quatrième certificat d'addition du 18 novembre 1896, MM. Lumière ont encore perfectionné le mode d'enroulement et de déroulement des rubans pelliculaires, en conformant ces deux fonctions au mouvement intermittent du ruban, tout en conservant à ce dernier une tension régulière.

Les *fig.* 59, 60 et 61 représentent le dispositif employé à cet effet.

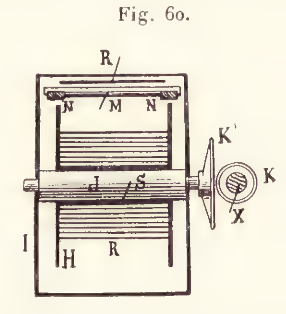
« 1° *Déroulement.* — Comme dans notre brevet principal, la pellicule R, roulée sur elle-même, est suspendue sur une broche B

Fig. 59.



de diamètre plus petit que le vide central du rouleau qui peut ainsi

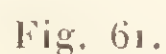
Fig. 60.

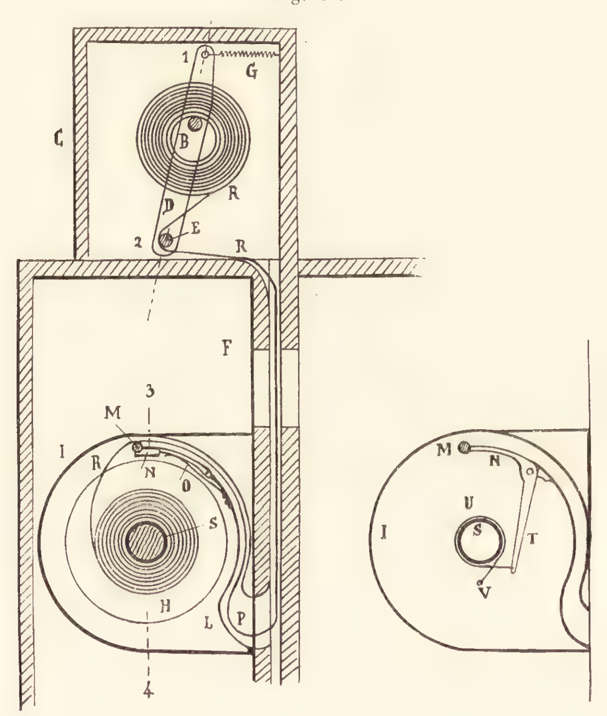


osciller librement. La broche B est fixée à l'intérieur d'une boîte C placée au-dessus de l'appareil principal F (*fig.* 61). Nous avons ajouté à ce dispositif un régulateur de tension formé d'un balancier

D, oscillant sur la broche fixe B et portant à l'une de ses extrémités une deuxième broche E, autour de laquelle passe le ruban avant de pénétrer dans l'appareil. Ce ruban est tendu par un ressort léger G, attaché à l'autre extrémité du balancier.

» Il résulte de cette disposition que, malgré le tirage intermittent du ruban, le rouleau conserve un mouvement de rotation à peu


Fig. 61.



près régulier, l'excès de longueur déroulée pendant le repos étant emmagasinée par le régulateur, qui le restitue pendant le tirage.

» 2° *Enroulement*. — Après avoir rempli sa fonction à l'intérieur de l'appareil F, le ruban pénètre en formant une boucle P dans une boîte mobile I, et vient s'enrouler sur un cylindre S monté sans jeu sur l'axe J mis en mouvement par l'arbre moteur X de l'appareil, au moyen de roues à friction K, K' (*fig*. 60).

» Nous avons ajouté à ce dispositif un frein automatique actionné

par la tension de la pellicule et ne permettant l'enroulement de cette dernière qu'au fur et à mesure que sa tension diminue.

» Ce frein peut agir de diverses manières : dans les *fig.* 60 et 61 il agit sur les joues H d'une bobine qui reçoit le ruban R. Ce dernier arrive à la bobine en passant derrière une cloison guide L, à la suite de laquelle il s'appuie sur une traverse M, réunissant deux petits leviers à palette N, N', qui peuvent venir s'appuyer sur les joues de la bobine H, mais qui en sont éloignés en temps ordinaire par des ressorts légers O.

» Lorsque, pendant le repos de la pellicule, le ruban est tendu par son enroulement, il fait pression sur la traverse M, fait fléchir les ressorts O et applique les freins N sur la bobine, qui s'arrête immédiatement; une pression légère suffit à cet effet, vu le diamètre relativement grand des joues. Dès que la pellicule se met en mouvement, sa tension diminue, les freins N se relèvent et la bobine reprend sa marche.

» La *fig.* 61 montre, à droite, une variante dans laquelle les leviers N toujours actionnés, comme précédemment, par la pellicule, portent chacun d'eux ou l'un deux seulement, un bras T dont l'extrémité est attachée à un cordon U, faisant un ou plusieurs tours sur le cylindre S en sens inverse de son mouvement de rotation, et venant s'attacher à un point fixe V. Quand la pellicule n'est pas tendue, le cordon U est lâche et ne fait aucune résistance à l'enroulement; mais dès que la pellicule se tend, la légère traction qu'elle opère sur le cordon détermine son adhérence sur le cylindre et son entraînement par ce dernier, ce qui produit l'arrêt dans un temps très court. »

Telles sont les dispositions essentielles du cinématographe Lumière, et les principales modifications qui ont conduit ces Messieurs au modèle actuellement en usage et qui ne laisse plus rien à désirer. Il est facile de se rendre compte de sa constitution intime par les figures, en partie schématiques, qui accompagnent les descriptions qui précèdent.

Nous allons maintenant faire passer sous les yeux de nos lecteurs des figures gravées d'après des vues photographiques de l'appareil, ce qui permettra de suivre d'une manière complète les descriptions

données par les constructeurs eux-mêmes, et que nous ne faisons que transcrire.

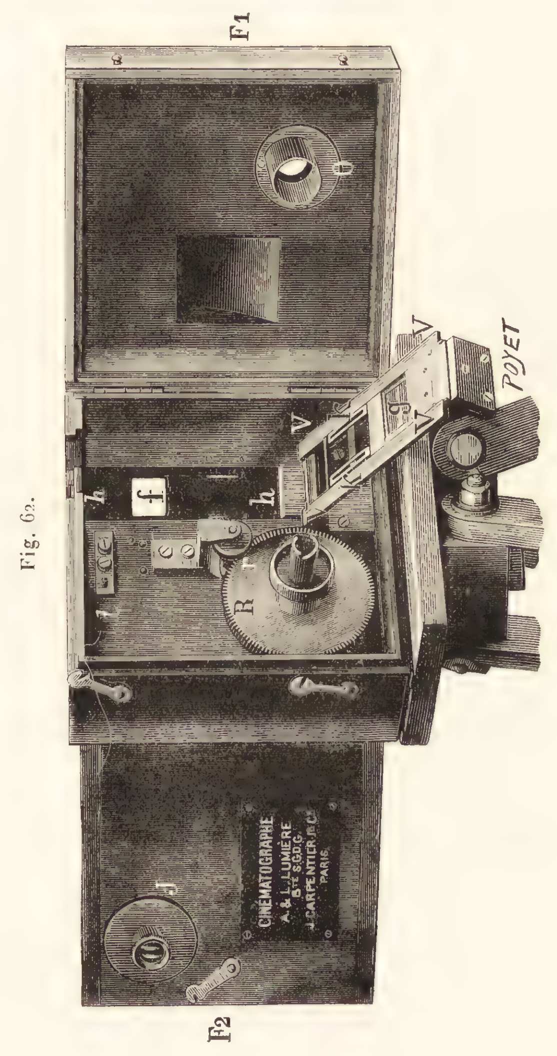


Fig. 62.

Le Cinématographe proprement dit se compose de deux organes essentiels :

1° L'arbre excentrique ;

2° Le cadre porte-griffes.

L'arbre excentrique porte les pièces suivantes : à l'une des extrémités est fixé un pignon qui engrène avec une roue dentée B (*fig.* 62) de façon que, lorsque la roue fait un tour, le pignon en fait huit.

La roue dentée est manœuvrée à la main au moyen d'une manivelle que l'opérateur doit faire tourner très régulièrement, à raison de deux tours à la seconde environ. Par suite, l'arbre excentrique possédera une vitesse de seize tours par seconde.

Immédiatement après le pignon est disposé un rouleau de friction R faisant corps avec l'arbre. Ce rouleau est garni de cuir sur son pourtour.

En arrière du pignon est fixé un excentrique triangulaire destiné à transformer le mouvement circulaire continu de l'arbre en un mouvement alternatif du cadre porte-griffes. Sur la face de l'excentrique opposée au pignon est vissé un disque circulaire épais, concentrique avec l'arbre, portant en saillie, sur sa face cylindrique, deux lames d'acier parallèles. Ces lames, dans une partie de leur parcours, sont légèrement déformées, de façon à présenter deux rampes destinées l'une à l'enfoncement, l'autre au retrait des griffes d'entraînement.

Enfin, la seconde extrémité de l'arbre est terminée par un plateau sur lequel, au moyen d'un écrou, on adapte le disque obturateur. Celui-ci (*fig.* 63) est formé de deux secteurs métalliques légers qu'on peut ouvrir plus ou moins, de façon que l'obturation ait une durée déterminée. Le plateau porte en saillie, sur sa face, une goupille qui pénètre dans des ouvertures *ad hoc* percées dans les disques, permettant de repérer facilement leurs positions et d'empêcher tout déplacement de ceux-ci pendant la manœuvre de l'appareil.

L'arbre est supporté par deux ponts fixés de part et d'autre d'une grande plaque de cuivre.

Le pont situé vers le pignon est à une branche; l'autre, qui embrasse l'arbre entre l'excentrique et le disque obturateur, est double et disposé verticalement.

Le cadre porte-griffes est constitué par une lame d'acier légère, percée d'une fenêtre rectangulaire dans laquelle se meut l'excentrique triangulaire; il porte à ses extrémités supérieure et infé-

rieure deux guides rectilignes qui peuvent glisser librement, mais sans jeu, dans deux glissières ménagées sous les pieds du pont

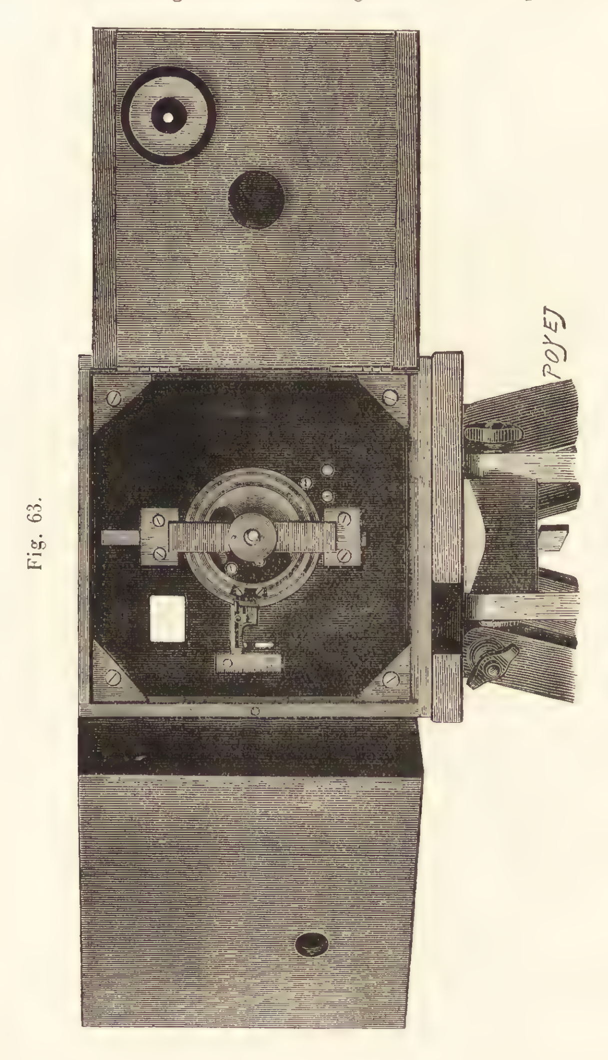


Fig. 63.

double. De cette façon, le cadre, sous l'action de l'excentrique, subit un mouvement vertical alternatif.

Sur le côté et horizontalement, il est muni d'un prolongement portant les griffes d'entraînement. Celles-ci, solidaires l'une de

l'autre, sont parfaitement guidées dans leur mouvement, qui s'effectue perpendiculairement au plan du cadre. La pièce qui constitue

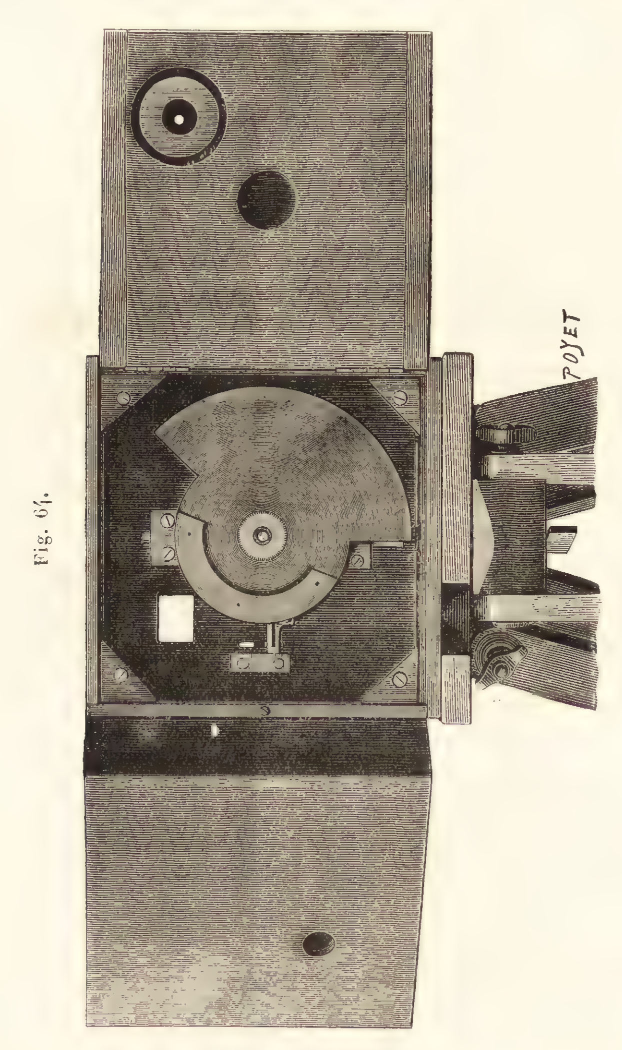


Fig. 64.

leur ensemble est pourvue latéralement d'un tenon sur lequel agissent les rampes.

On peut aisément se rendre compte du fonctionnement de l'appareil.

Supposons enlevé l'obturateur, et faisons tourner l'arbre à la main, jusqu'à ce que le cadre vienne occuper sa position limite supérieure, et que l'une des rampes du disque ait produit l'enfoncement des griffes. A partir de ce moment, si l'on continue à tourner, le cadre descend sous l'action de l'excentrique; après un demi-tour de l'arbre, il occupe sa position inférieure, tandis que la deuxième rampe se présente pour produire le retrait des griffes; puis le cadre remonte pour occuper à nouveau sa première position, la rampe suivante produit l'enfoncement des griffes, et ainsi de suite.

Il importe de remarquer que le retrait ou l'enfoncement des griffes ont lieu chacun pour $\frac{1}{6}$ de tour de l'arbre, et que la montée ou la descente du cadre a lieu pendant $\frac{1}{3}$ de tour.

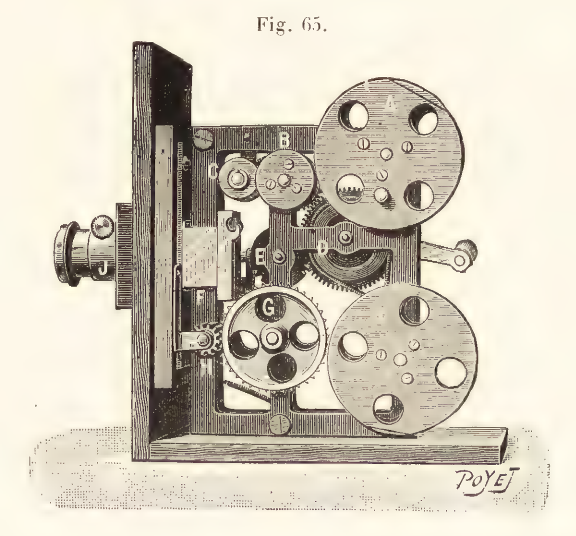
Organes accessoires. — Vers la droite de l'appareil se voit un volet en cuivre V (*fig.* 62) qui peut se rabattre vers le bas et qu'un verrou maintient vertical pendant le fonctionnement. Vers la partie supérieure, il porte une glace à faces parallèles g, maintenue par deux ressorts, et destinée à presser légèrement sur la pellicule; un peu au-dessous sont fixés deux ressorts flexibles k, k, appelés ressorts contre-griffes, vis-à-vis desquels se déplacent les griffes d'entraînement. Ces ressorts ont pour effet d'éviter les déchirures de la pellicule au cas d'un accident imprévu pendant le déroulement. Dans la platine, en regard du volet, on a creusé une gaine l de faible profondeur et garnie de velours, dans laquelle glisse la pellicule maintenue en avant par le volet lorsqu'il est relevé. En haut de la gaine, vis-à-vis la glace-presseur, on a pratiqué une fenêtre rectangulaire h, dont les dimensions sont celles de l'image pelliculaire.

Tout l'appareil est monté dans une boîte en noyer dont les deux fonds mobiles constituent deux portes maintenues fermées à l'aide de crochets; l'une de ces portes F_1, celle qui est dirigée vers l'opérateur, est percée d'une ouverture circulaire O, par laquelle on introduit la manivelle qui fait mouvoir l'appareil. L'autre porte est munie vers le haut, en face de la fenêtre rectangulaire citée précédemment, d'une rondelle métallique J, sur laquelle on peut adapter soit l'objectif à négatif, soit l'objectif à projection.

Kinétographe de Bedts. — Le kinétographe de M. de Bedts est un des premiers qui aient paru : inspiré directement par l'instrument d'Edison, il a introduit dans le système américain l'arrêt de la pellicule, et cela non par une griffe et un excentrique comme dans l'appareil de Lumière, mais par une roue à dents inégales et un cylindre à chevilles, disposition qui a été imitée dans beaucoup de modèles venus après coup.

La pellicule est enroulée d'avance sur un magasin A (*fig.* 65) d'où elle est amenée sous le rouleau guide B qui la déroule régu-

Fig. 65.



lièrement avec l'aide du rouleau presseur C, sur lequel elle passe, avant de s'introduire dans la chambre F, où se fait l'exposition des clichés; de là elle vient s'engager sur le cylindre entraîneur à chevilles G, dont les dents correspondent à ses perforations et où elle est maintenue par le rouleau cannelé H; son extrémité est ensuite arrêtée sur la pince du magasin I où elle doit s'enrouler pendant l'opération.

Les rouleaux C et H sont mobiles et maintenus seulement par des ressorts, ce qui rend la mise en place de la pellicule très rapide et commode, de même que la chambre F qui s'ouvre à volonté.

Le mouvement intermittent de la pellicule est produit par la

roue E dont la circonférence ne porte que trois dents également espacées ; les parties pleines maintiennent le cylindre entraîneur à l'arrêt.

Tout le mécanisme est mis en mouvement par la roue dentée D dont l'axe porte une manivelle.

L'appareil est muni de deux objectifs très lumineux, dont l'un sert de viseur.

Les *fig.* 66 et 67 montrent l'appareil disposé pour la prise des vues : un pied à trois branches, très solidement installé, reçoit

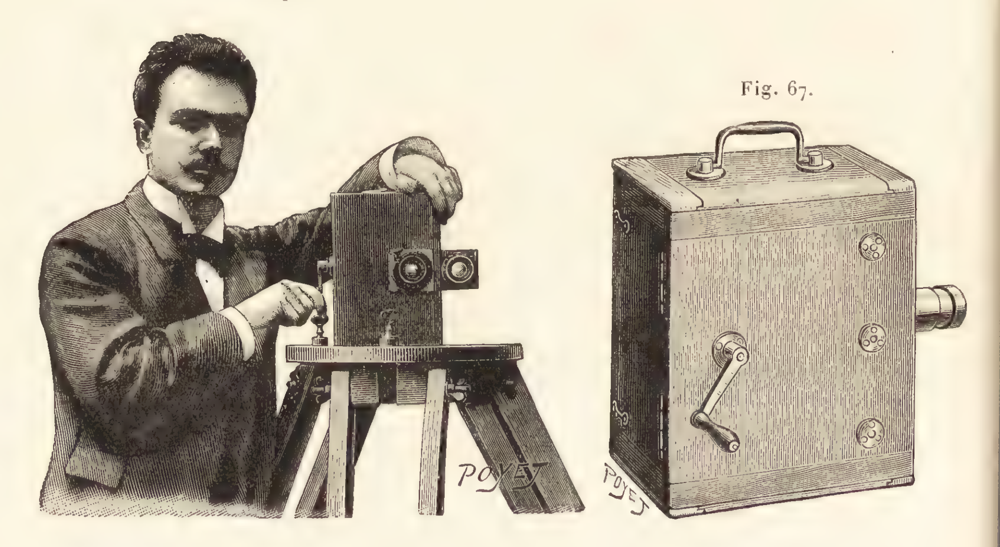


Fig. 66.

Fig. 67.

l'appareil, et pour éviter encore toute trépidation, l'opérateur appuie fortement de la main gauche sur l'appareil pendant que de la main droite il tourne la manivelle.

La *fig.* 68 représente le kinétographe monté pour les projections : sur un banc lourd et rendu plus stable encore par des poids posés sur la planchette qui relie les pieds, est placé l'appareil muni de son objectif; en arrière la lanterne éclairante porte à l'avant du condensateur une cuve verticale remplie d'eau alunée, qui arrête (en partie) les rayons calorifiques et empêche l'inflammation de la pellicule.

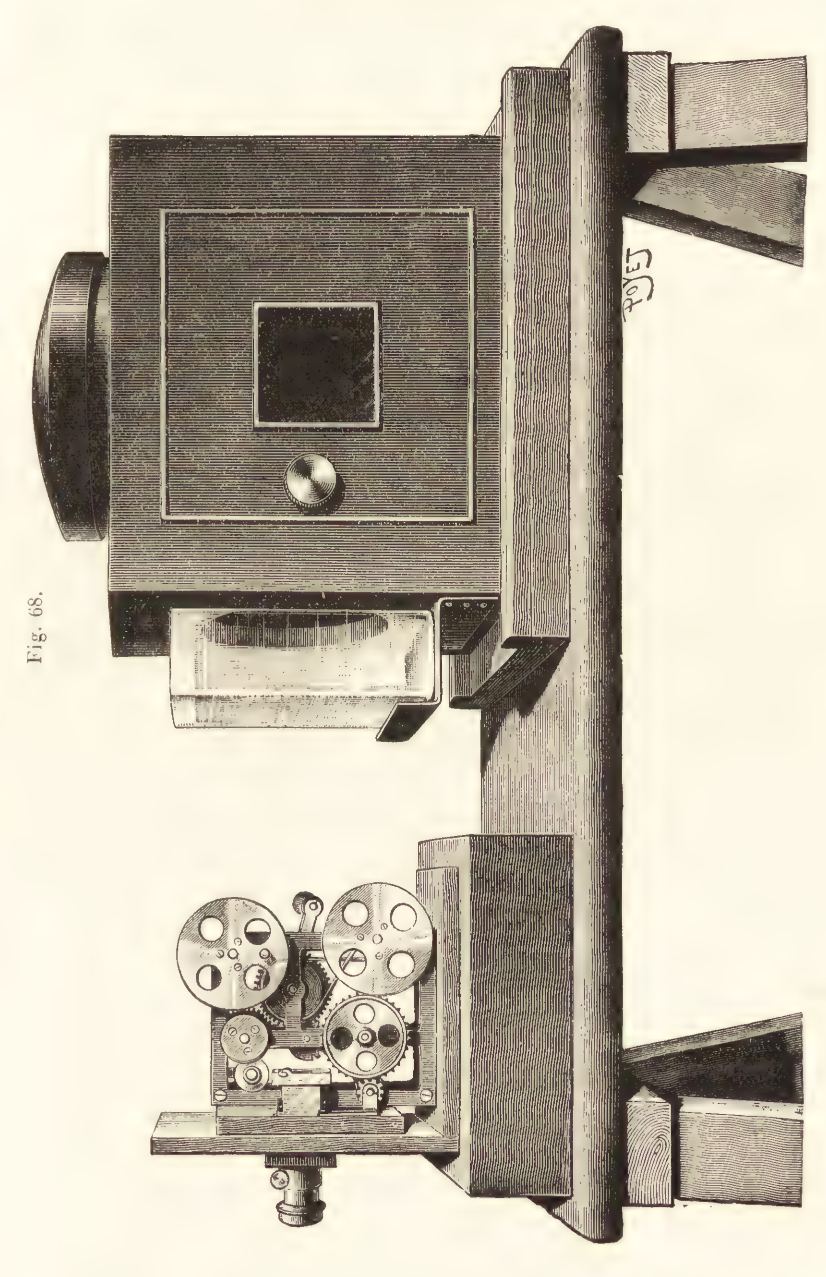
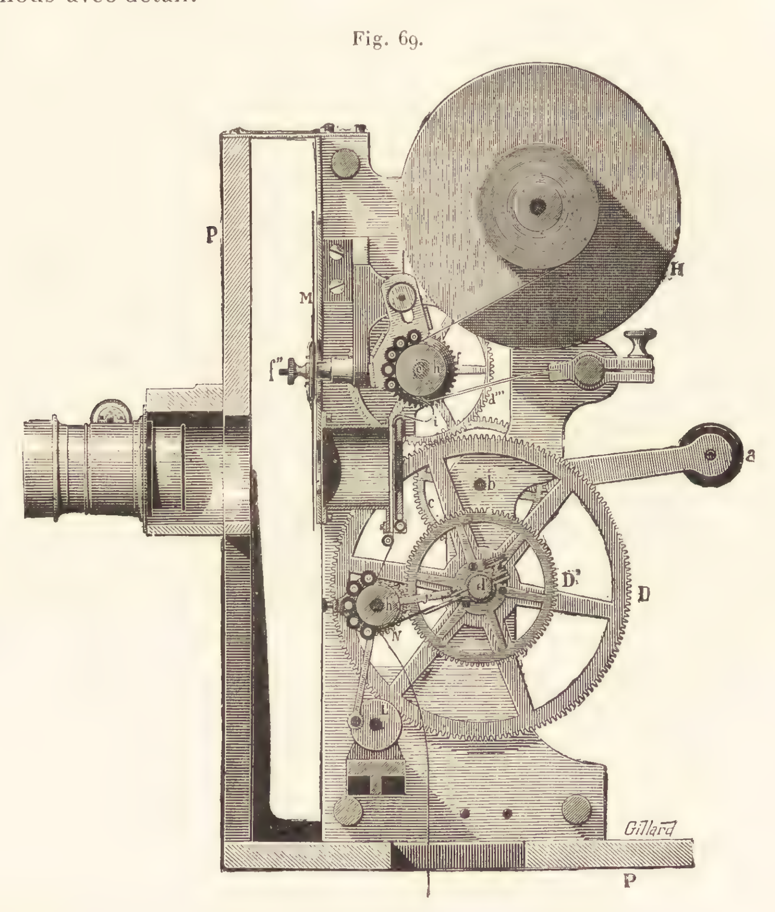


Fig. 68.

Cinématographe Joly. — Cet instrument, construit par M. Normandin avec toute la précision voulue, diffère par plusieurs détails importants de la plupart des modèles proposés : aussi le décrirons-nous avec détail.

Fig. 69.



La *fig.* 69 est une vue de côté (coupe verticale) et la *fig.* 70 une coupe perpendiculaire à la première.

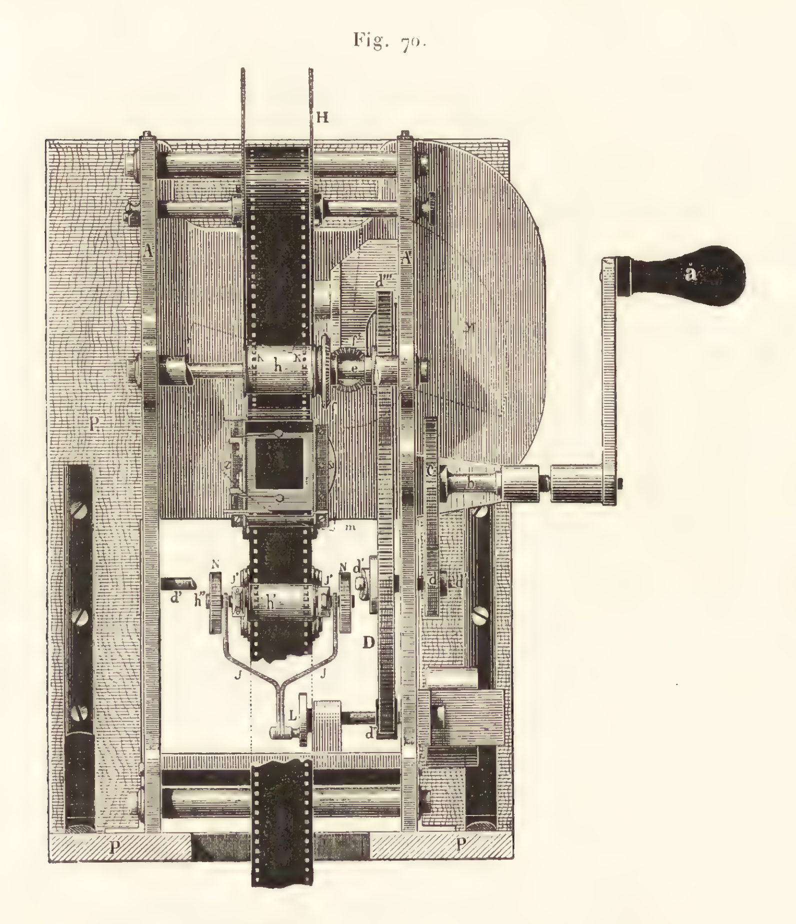
Les différents organes qui constituent l'appareil sont placés entre deux platines A et A′ qui servent de paliers aux différentes roues.

Pour la projection, l'appareil est simplement fixé sur une équerre PP′ qui lui sert de support ainsi qu'à l'objectif (*fig.* 69

et 70); pour la prise des vues, il est placé dans une chambre noire CC (*fig.* 71).

La commande de l'appareil se fait soit par un moteur, électrique de préférence, soit à la main, et c'est ce système qui est le

Fig. 70.

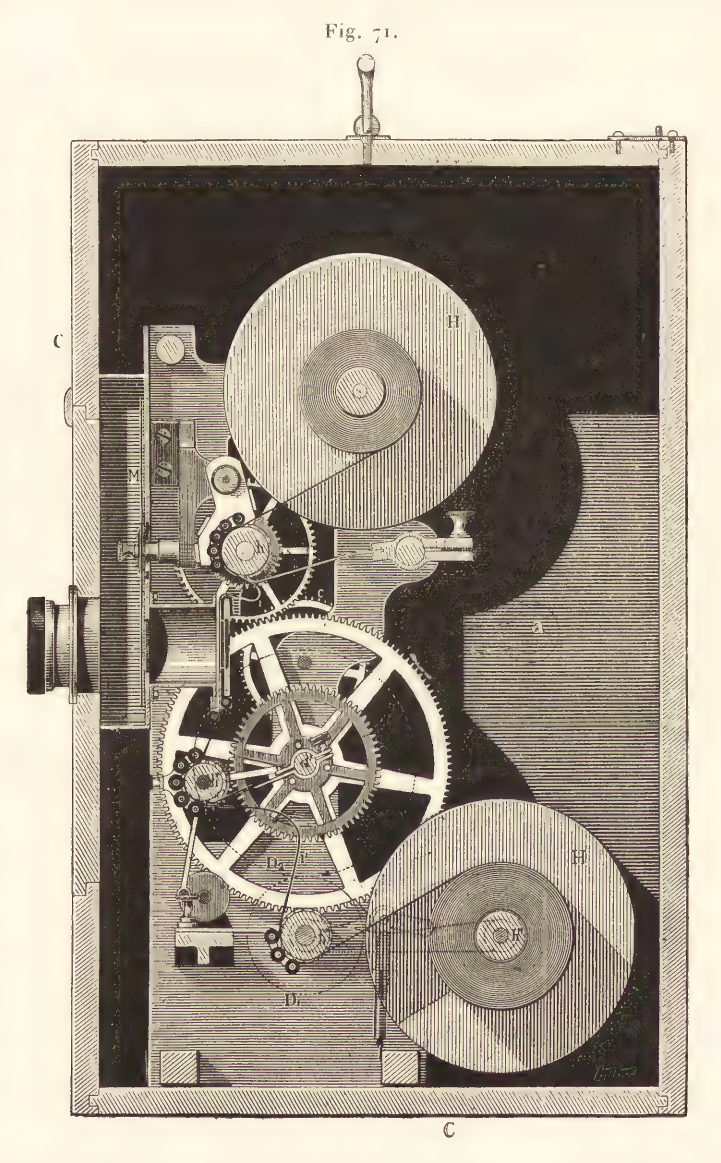


plus habituellement employé et qui en somme est préférable; dans nos figures c'est la manivelle *a* qui imprime le mouvement.

Cette manivelle agit sur un axe *b*, sur lequel est montée une roue dentée C, qui communique le mouvement à une seconde roue dentée *d*, laquelle est calée sur un axe *d'* (*fig.* 69 et 70). Sur cet axe *d'* sont également calées la roue dentée D (*fig.* 69 et 70) et

les deux roues dentées D′ (*fig.* 69). La roue D engrène elle-même

Fig. 71.



avec un pignon d'' dont nous verrons plus loin l'utilité et avec la roue d''' calée sur l'arbre c qui porte le rouleau denté h.

Supposons que nous voulions prendre une vue avec l'appareil placé dans la chambre noire, comme le représente la *fig.* 71.

La pellicule impressionnée est enroulée autour de la bobine magasin H. De cette bobine H, la pellicule passe sur le rouleau h qui porte deux séries de dents k qui viennent pénétrer dans les trous pratiqués sur le bord de la pellicule.

Sous le rouleau h, la pellicule forme une boucle I et vient passer derrière l'objectif, maintenue par une porte à ressorts; elle arrive ensuite sur un deuxième rouleau denté h'.

Sur l'axe C est également calée une roue d'angle f qui engrène avec une deuxième roue d'angle f' fixée à l'extrémité de l'axe f'' qui porte l'obturateur M percé de deux fenêtres m.

Les roues dentées D' engrènent elles-mêmes avec deux roues N, N qui font corps avec le rouleau denté h'; l'ensemble des engrenages N, N et du rouleau h' est fixé sur un arbre h'' qui est supporté par deux bielles doubles JJ et $j'j'$. La bielle à fourche JJ est articulée sur un plateau manivelle L qui reçoit son mouvement du pignon d''.

Grâce à ces dispositions, les roues N restent constamment engrenées avec la roue D' pendant le mouvement de va-et-vient transmis par le plateau manivelle L.

Après le rouleau denté h', la pellicule peut soit s'accumuler dans la chambre noire, soit s'enrouler sur un enrouleur à ressort ou sur un rouleau récepteur dépendant de l'appareil.

La *fig.* 71 montre la pellicule s'enroulant sur la bobine réceptrice H' par l'intermédiaire d'un rouleau denté h'', après avoir formé une boucle i' nécessaire au mouvement de va-et-vient du rouleau h'.

Le rouleau h'' reçoit son mouvement par une roue D_1 commandée par une roue D calée sur l'arbre d'.

Ceci étant dit et la pellicule étant mise en place dans l'appareil, si l'on tourne la manivelle a d'un mouvement uniforme, la pellicule est entraînée d'une manière continue par le rouleau denté h.

Le rouleau h' la tire par intermittence.

Le rouleau h'', identique au rouleau h et tournant à la même vitesse, la conduit à l'enrouleur H' d'un mouvement uniforme.

Il suffira, pour prendre la vue, que les fenêtres m de l'obtura-

teur M découvrent l'objectif pendant que la pellicule sera arrêtée.

Les engrenages étant calculés de telle façon que l'obturateur M passe un tour pendant que le plateau manivelle L fait deux tours, l'obturateur M porte en conséquence deux fenêtres correspondantes aux deux temps d'arrêt.

Au point de vue des projections, le cinématographe Joly offre les particularités suivantes :

1° Le rouleau denté *h* qui a pour mission de dévider la pellicule d'une manière continue, permet l'emploi de bobines de toute grosseur, contenant autant de longueur de pellicule que l'on veut, et permettant par conséquent de prendre et de projeter des scènes d'une durée quelconque. La traction opérée sur la pellicule d'une manière continue n'a, en effet, à vaincre l'inertie de la bobine qu'au démarrage, et ensuite un frottement de roulement tout à fait insignifiant, réparti sur dix-huit ou vingt dents.

2° Le rouleau *h* permet la formation de la boucle au-dessus de la chambre, en sorte que le rouleau *h'* tirant sur une boucle de résistance nulle ne fatigue aucunement la pellicule.

3° Le rouleau denté *h'* chargé de tirer la pellicule par intermittence n'a donc à vaincre que la pression exercée par la porte de la chambre. Bien que cette pression, qui existe dans tous les appareils, soit très faible et que là encore dix-huit ou vingt dents tirent la pellicule, M. Joly a poussé la précaution jusqu'à calculer ses engrenages de telle façon que le système du rouleau *h'* et de l'engrenage N tournant sur l'engrenage D' fasse tendre doucement la pellicule par la rotation avant de la tirer très vivement.

Cette précaution est celle que prennent les rouliers quand ils font tendre tout d'abord les traits de leurs attelages avant de commencer le démarrage.

On évite par là les causes ordinaires de la détérioration des pellicules, qui trop souvent se déchirent au bout d'un certain temps d'usage.

4° Quand la pellicule est tendue, le rouleau continue à tourner et l'effet de la bielle *jj'* venant s'ajouter à la rotation du rouleau, la pellicule se trouve tirée très rapidement avec une vitesse double. Cette disposition réduit de plus de moitié le temps normal pendant

lequel la pellicule serait tirée par un mouvement unique : par ce fait le temps d'obturation est de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{5}$, et le temps de pose de $\frac{3}{4}$ à $\frac{4}{5}$, c'est-à-dire que l'on utilise presque toute la lumière comme on le ferait pour une projection fixe.

Le cinématographe Joly installé au café de la Paix immédiatement après les fêtes du voyage du czar a montré au public parisien une série parfaite des différents incidents de la visite de nos hôtes illustres; les bandes pelliculaires étaient obtenues par M. Pirou et ne laissaient rien à désirer.

Le Lapiposcope. — Le Lapiposcope (du nom de son constructeur) est le plus réduit des cinématographes, car il mesure 15^{cm} sur 14^{cm} et 10^{cm} d'épaisseur.

Le mécanisme de cet instrument (*fig.* 72 et 73) se compose des pièces suivantes :

a, *a*. — Plaques (au nombre de deux) réunies par trois traverses et formant le bâti général.

b. — Arbre moteur, commandé par la manivelle *d*.

c. — Roue de commande calée sur l'arbre *b*, portant cent dents.

e. — Axe du tambour entraîneur de la pellicule *f*, portant vingt dents au pas d'Edison.

g. — Came à deux bosses calée sur le pignon *h* taillé à vingt-cinq dents. Ces deux pièces *g* et *h* sont montées folles sur l'axe *e*.

i. — Rochet divisé à cinq dents, calé sur l'arbre *e*.

j. — Ressort à boudin calant, à frottement doux, la came et le pignon.

k. — Rondelle de butée du ressort à boudin *j*.

l. — Pignon taillé à vingt-cinq dents, commandant l'obturateur *m*.

m. — Obturateur cylindrique composé de deux lames de celluloïd formant segment sur le pourtour du cylindre.

n. — Cliquet.

o. — Ressort butant le cliquet sur le rochet *i*.

q, *q'*. — Cylindres guides de la pellicule.

r. — Glissière fixe placée sur le pilier d'en haut.

s. — Glissière mobile oscillant autour de l'axe *t*.

u. — Ressort à lame servant à tenir le volet mobile en contact avec le volet fixe en venant buter sur une lame d'acier *v*.

x. — Platine se fixant sur le dessus de la boîte et portant le support *z'* de la bobine de pellicule.

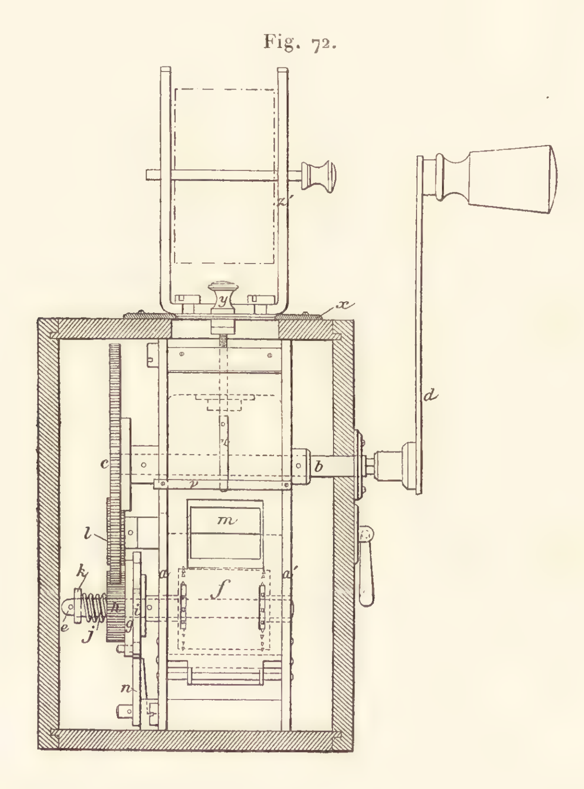
y. — Vis de manœuvre du volet de réglage servant à encadrer exactement l'épreuve positive de la pellicule.

z. — Volet de réglage.

Lorsque l'on tourne la manivelle *d*, on met en mouvement la roue motrice *c* qui actionne la came *g* et l'obturateur *m* par l'intermédiaire des pignons *k* et *l*.

La came *g*, à son passage sur la butée *p* du cliquet, dégage celui-ci des dents du rochet *i* qui, dégagé à son tour, se trouve

Fig. 72.



entraîné par friction par la came *g*, grâce au ressort à boudin calé sur son axe, et entraîne en même temps la pellicule.

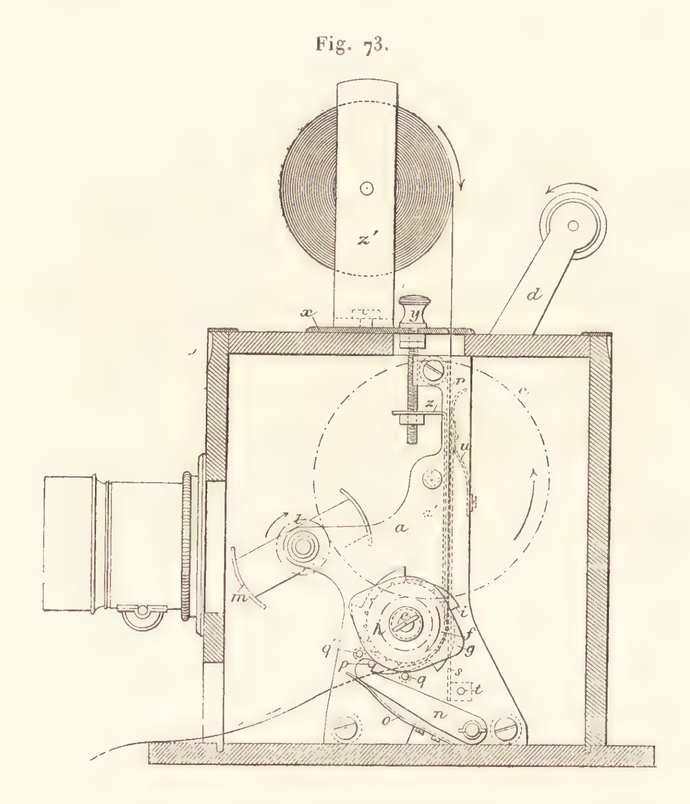
La came *g* continuant sa course quitte la butée *p*, le cliquet reprend sa position à l'aide du ressort *o*, et le rochet rencontrant de nouveau le cliquet s'arrête en laissant marcher seule la came jusqu'au prochain passage de la deuxième bosse sur la butée *p*.

Pour un tour de came il passe deux vues et par conséquent huit vues pour un tour de manivelle; il suffit donc de faire deux tours à la seconde pour obtenir les seize vues nécessaires.

L'obturateur est calé sur son axe de façon que le guichet se trouve fermé pendant que s'opère le changement de vue.

Pour charger l'appareil, on enlève d'abord les deux volets formant porte à l'appareil, on place le support z' sur la boîte et on le fixe au moyen de deux vis à tête plate disposées à cet effet. On

Fig. 73.



fixe la manivelle sur le bout du carré de l'axe moteur et le film sur l'axe du support placé au-dessus de la boîte.

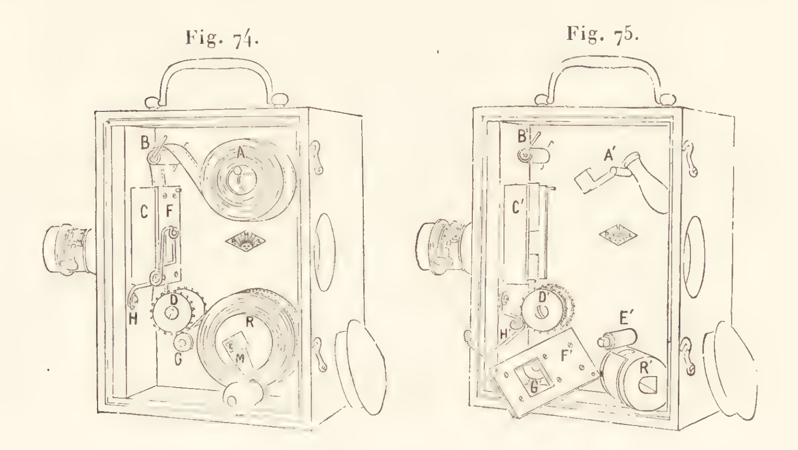
On introduit le bout de la pellicule dans la fente de la platine x, et on l'engage sur les dents du tambour de façon qu'il passe au-dessus du guide q et au-dessous du guide q'; pour cette opération on s'aide de la manivelle à laquelle on fait faire deux ou trois tours, puis on referme le volet mobile, on replace le volet de devant qui porte l'objectif, on met celui-ci au point, et à l'aide de la vis y

on amène les bords du volet de réglage *z* en correspondance avec les séparations des vues.

Héliocinégraphe de MM. Perret et Lacroix. — Les organes mécaniques de l'héliocinégraphe sont réduits au minimum et par suite les chances de dérangement sont moindres que dans beaucoup d'autres modèles.

La bande pelliculaire (*fig.* 74 et 75) enroulée à l'avance sur une bobine A, tournant librement sur son axe, passe sur un cylindre B,

Fig. 74. Fig. 75.



porté sur deux lames flexibles, ce qui permet d'éviter toute traction vive, toute secousse, et régularise l'arrivée de la bande à la boîte C. Celle-ci est percée d'une fenêtre qui laisse pénétrer l'image formée par l'objectif. L'intérieur de cette boîte est garni de velours sur ses deux faces, et la pellicule glisse ainsi à frottement doux. Un ressort H appuie légèrement sur la face postérieure de la boîte et assure une pression régulière; cette partie est mobile et peut s'enlever lors de la mise en place de la pellicule.

Celle-ci passe ensuite sur un cylindre denté D et les perforations latérales qu'elle porte s'engrènent, au nombre de quatre; le cylindre portant seize dents, c'est donc une image entière qui est entraînée à chaque quart de tour, car chacune des images porte quatre perforations (pas d'Edison).

Un petit cylindre G maintient la bande appliquée contre le

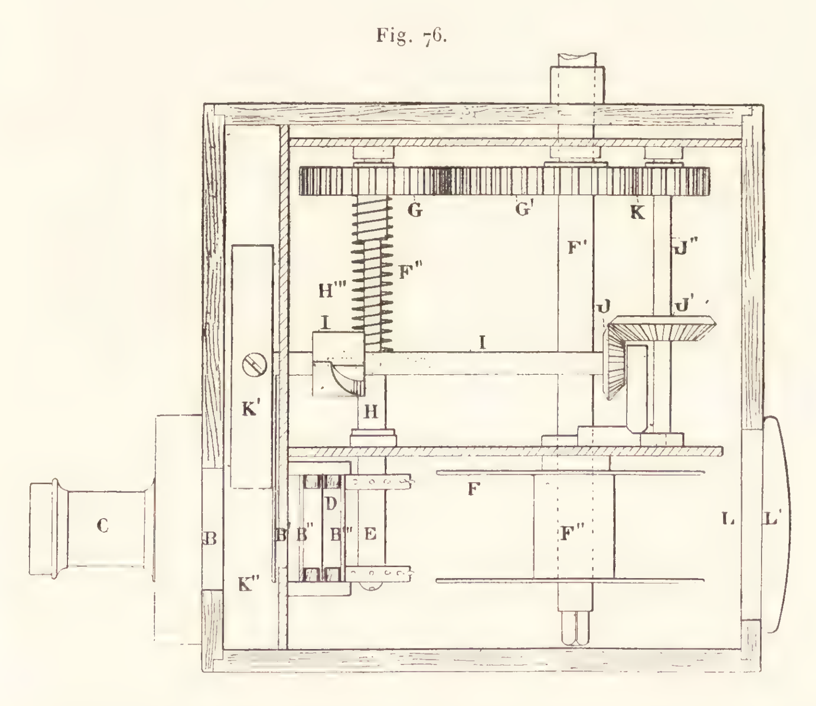
cylindre denté et la dirige sur la bobine R; celle-ci est commandée directement par la manivelle M.

Un obturateur commandé par un pignon calé sur l'arbre moteur tourne devant la fenêtre et produit les occultations pendant le changement d'épreuve : cet obturateur est à 90°, ce qui donne trois temps d'ouverture et un temps d'occultation, condition qui réduit beaucoup les causes de scintillement.

La *fig.* 76 fera mieux saisir les dispositions de ces différents organes.

F′F″, axe de la manivelle, qui commande, par la roue G′, le

Fig. 76.



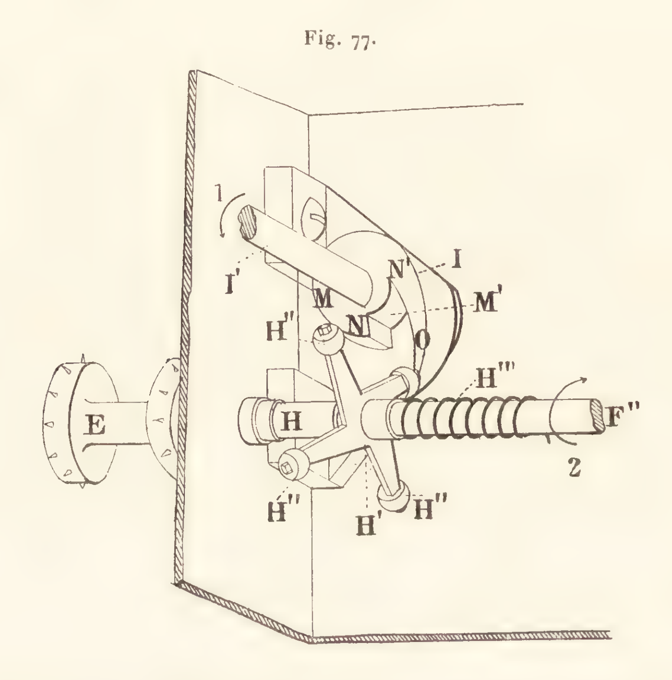
pignon K, calé sur l'axe J′J″; celui-ci commande à son tour l'axe I qui porte le volant K′ contre lequel est fixé l'obturateur. La même roue G′ commande aussi le pignon G monté, à roulement libre, sur l'axe H du cylindre entraîneur de la bande.

Sur l'axe I, à l'extrémité duquel se trouve l'obturateur, est calé une sorte d'excentrique (l'escargot des constructeurs) qui produit

le mouvement alternatif d'entraînement du cylindre denté, et conséquemment de la bande.

Cet organe, qui est la partie originale de l'héliocinégraphe (*fig.* 77), commande une sorte de roue à étoiles H′ calée sur l'axe qui porte le cylindre d'entraînement E. Chaque rayon de l'étoile (il y en a quatre) porte une roulette qui bute contre le chemin

Fig. 77.



circonférenciel de MNN′ de l'escargot et y trouve son point d'appui ; mais, dès que l'escargot vient présenter la partie N′, une des roulettes de l'étoile descend en suivant le prolongement N′O jusqu'au moment où la roulette suivante a pris point d'appui contre le chemin circonférenciel. L'étoile et par suite le cylindre entraîneur ont fait alors un quart de tour, et cela sans choc, grâce à l'accompagnement du prolongement N′O de l'escargot.

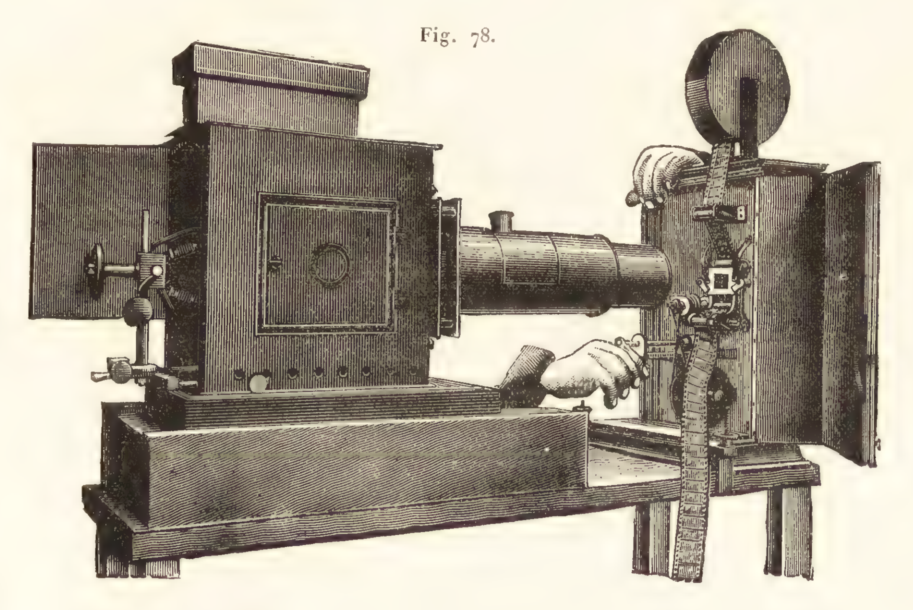
Pour éviter les secousses, la roue G est libre sur son axe ; c'est le ressort H″ qui transmet seul le mouvement de la roue à l'axe, ce qui permet à la roue étoilée de n'avoir aucune trépidation, pendant que la roue de commande G′ tourne d'un mouvement continu.

Ces diverses dispositions ont pour résultat de diminuer beaucoup le bruit de l'appareil en marche, condition qui n'est pas à dédaigner, alors surtout qu'on accompagne les projections d'un phonographe.

Mouvementographe de Zion (*fig.* 78). — L'appareil construit par M. Zion est à classer parmi ceux dont le mécanisme est d'une solidité extrême et peu sujet aux dérangements.

Une manivelle, conduite à la main, met en mouvement une roue

Fig. 78.



dentée et l'obturateur, calés l'un et l'autre sur cet axe lui-même.

La roue dentée engrène avec un pignon qui met en mouvement un second axe portant en son milieu une noix, creusée sur sa circonférence d'une rainure hélicoïdale. Dans cette rainure viennent s'engrener tour à tour les rayons d'une étoile à six branches, calée elle-même sur un troisième axe, qui porte en outre un barillet d'entraînement très léger (aluminium) et muni de seize dents d'entraînement.

La pellicule portée sur un cylindre à mouvements libres s'engage entre deux rouleaux qui la dirigent vers une coulisse por-

tant une ouverture de grandeur égale à celle de l'image à projeter.

En sortant de la coulisse, la pellicule se recourbe sur le cylindre denté, et elle est prise alors par seize dents à la fois. Cette disposition spéciale à l'appareil de M. Zion a le grand avantage d'éviter la déchirure des pellicules, car l'effort étant réparti sur une grande surface, chaque perforation ne subit qu'une traction réduite. Un nouveau rouleau presseur reçoit la pellicule au sortir du barillet entraîneur; plus bas celle-ci passe sur une poulie commandée par une courroie et qui embobine la pellicule après son passage dans l'appareil. Souvent, dans les projections, on laisse tomber librement la pellicule au-dessous de l'appareil.

Deux ressorts tiennent butée contre l'ouverture de la coulisse la fenêtre mobile postérieure.

Pour la prise des négatifs, M. Zion a combiné deux boîtes porte-pellicules qui se mettent au-dessus et au-dessous de l'appareil et permettent de changer les films en pleine lumière.

Pour mettre le mouvementographe en marche, on amorce d'abord la pellicule, en attirant en bas l'extrémité du film sortant de la boîte-magasin. On retire ensuite les deux ressorts qui maintiennent la fenêtre, en les écartant à droite et à gauche, on ouvre la fenêtre et l'on fait passer le film derrière les rouleaux supérieur et inférieur et par-dessus la roue dentée, en faisant entrer les dents du barillet dans les perforations; enfin, suivant le cas (prise des négatifs ou projections), on laisse l'extrémité libre ou on l'amorce sur une bobine, pour être enroulée en même temps que s'effectue le déroulement de la bobine supérieure. On referme la fenêtre et l'on met en place les deux ressorts.

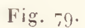
Dans le cas des projections, on règle la place de l'image en faisant mouvoir au moyen d'une vis de rappel une deuxième fenêtre mobile placée sur l'ouverture de la coulisse, jusqu'au moment où les bords de cette fenêtre encadrent bien exactement l'image.

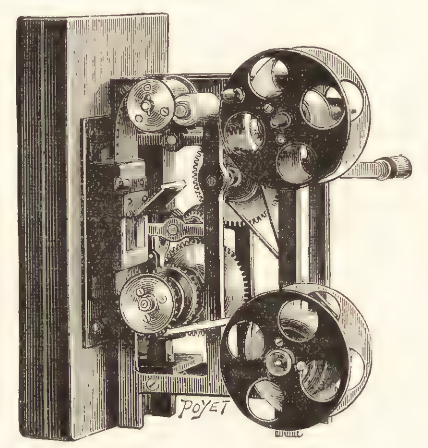
Pour la prise des négatifs, la mise au point se fait en plaçant un verre dépoli dans la fenêtre.

Mais, pour éviter tout tâtonnement, l'objectif est monté sur une rondelle munie d'un pas de vis qui permet de l'avancer et de le reculer à volonté : à l'aide des points de repère gravés sur cette rondelle, on peut vérifier une fois pour toutes la mise au point.

L'objectif est un anastigmat de Zion qui donne une netteté parfaite même à grande ouverture.

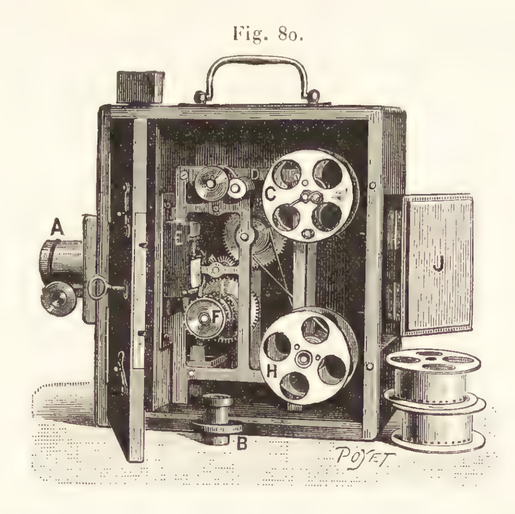
Cinématographe Griolet (*fig.* 79 et 80). — Le cinématographe


Fig. 79.



Griolet rappelle dans son ensemble le kinétographe de de Betz,

Fig. 80.



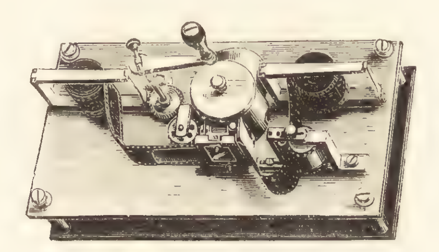
mais il en diffère par son organe entraîneur : l'échappement Griolet. La pellicule enroulée sur la bobine à mouvements libres C passe

sur les rouleaux entraîneurs D, puis s'engage dans la boîte-fenêtre E, vient se réfléchir sur le cylindre à chevilles F, et va enfin s'enrouler de nouveau sur la bobine H.

Une manivelle met en mouvement une roue dentée qui commande directement le système entraîneur (échappement et cylindre à chevilles), par un pignon d'angle l'obturateur, et par une courroie la bobine réceptrice.

L'échappement (*fig.* 81) met en mouvement une roue dentée qui entraîne la pellicule de la quantité voulue, tout en étant bien

Fig. 81.



séparé de celui d'impulsion plus ou moins régulier produit par la manivelle. Cette disposition permet de substituer les images les unes aux autres en un temps très court, ce qui est un avantage important.

Cinématographe Dom-Martin. — Dans l'appareil construit par Dom-Martin (*fig.* 82), la bande, au lieu d'être entraînée par un mécanisme rigide commandé directement par la manivelle, est mise en mouvement par un échappement intermittent à ressort qui détermine une substitution très vive des images successives, et sans opérer de tractions sur la bande elle-même.

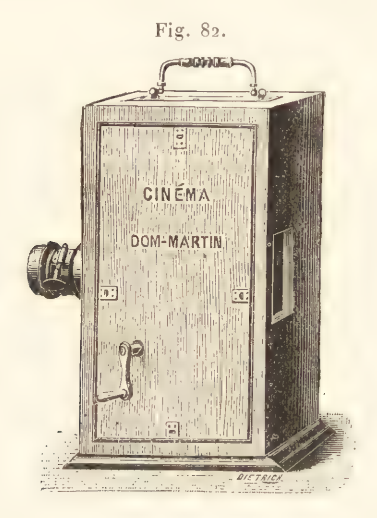
Celle-ci est libre dans la fenêtre par laquelle a lieu la projection, et de plus une boucle constante est formée avant son passage devant cette fenêtre. Grâce à cette disposition, que nous avons rencontrée déjà en principe dans l'appareil Marey et dans celui de Joly, la bande ne se détériore pas par son passage dans l'instrument.

Les substitutions d'images se faisant avec une extrême rapidité, on peut, à la rigueur, projeter les bandes en supprimant l'obtura-

teur : dans ce cas, il faudra tourner la manivelle très lentement; on aura ainsi une durée plus longue des arrêts, tandis que les substitutions d'images se feront très rapidement.

L'obturateur se meut dans une chambre noire circulaire fermée par un bouchon métallique. Des plaques mobiles de différentes grandeurs peuvent être placées sur l'obturateur et retirées très facilement. Pour faire des projections, il est bon de mettre la plus

Fig. 82.



petite plaque obturatrice; pour les négatifs, il faut au contraire mettre la plus grande.

La bande portant les images, en même temps qu'elle se déroule de la bobine supérieure, s'enroule sur une autre bobine placée au bas de l'appareil. Vers la partie inférieure de l'appareil se trouve un axe mis en mouvement par la manivelle; sur cet axe est disposé, suivant sa circonférence, un ressort-lame convenablement armé; c'est sur cet axe que l'on place le tube qui doit recevoir la bande à réembobiner au fur et à mesure qu'elle se déroule; ce tube tourne à frottement gras sur l'axe grâce au ressort qui fait frein, et la bande ne s'enroule qu'autant qu'elle est devenue libre.

Dans cet instrument, les bandes ne s'engrènent que par deux perforations; cependant celles-ci sont au pas d'Edison, c'est-à-dire à quatre perforations.

Lorsqu'on veut mettre en place une bande à projeter, il faut procéder ainsi : placer tout d'abord la bande à projeter sur la tige fixée au centre du cadre supérieur. La bobine doit être disposée de manière que la direction de la bande soit de gauche à droite lorsque le bout de la bande est au-dessous. Dévisser alors la vis maintenant la double équerre qui se trouve sous la roue d'entraînement supérieure. Baisser cette double équerre et passer entre la roue d'entraînement et le rouleau de la double équerre l'extrémité de la bande.

Faire passer la bande devant la fenêtre après avoir préalablement retiré le cadre mobile placé sur cette fenêtre.

Engrener les perforations de la bande sur la roue dentée qui se trouve au-dessous de la fenêtre.

Placer un tube sur l'axe du cadre inférieur, de façon que le ressort du tube présente son ouverture vers la droite, et glisser le bout de la bande sur le ressort du tube.

Remettre sur la fenêtre le cadre destiné à guider la bande pendant sa marche et serrer la vis qui retient ce dernier, sans appuyer ni sur le cadre, ni sur le ressort fixé à sa base, afin que la bande soit bien libre.

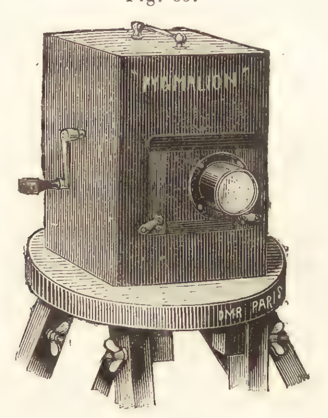
Lorsque la bande est bien centrée sur la fenêtre à l'aide de la cache à ce destinée, il ne reste plus qu'à former une petite boucle entre la fenêtre et la roue d'entraînement supérieure, et à remonter la double équerre jusqu'à ce que son petit rouleau vienne exercer une faible pression de la bande sur la roue d'entraînement.

Le Pygmalion. — Appareil de M. Demaria (*fig.* 83, 84 et 85).

Un axe mû à la main par une manivelle faisant saillie à l'extérieur de la boîte, porte une roue à chevilles qui entraîne une chaîne à la Vaucanson. Celle-ci commande l'axe principal de l'appareil, axe terminé à une de ses extrémités par un volant chargé de régulariser le mouvement, à l'autre par une petite poulie qui commande l'axe entraîneur de la bobine de réception. Au milieu de l'arbre en question est calée une roue dentée qui va s'engrener avec un pignon de petit diamètre qui porte : 1° une roue d'angle actionnant l'obturateur; 2° un excentrique portant une bielle qui donne au cylindre entraîneur du film un mouvement saccadé, lequel produit les arrêts du film pendant le temps d'ouverture de l'obturateur et

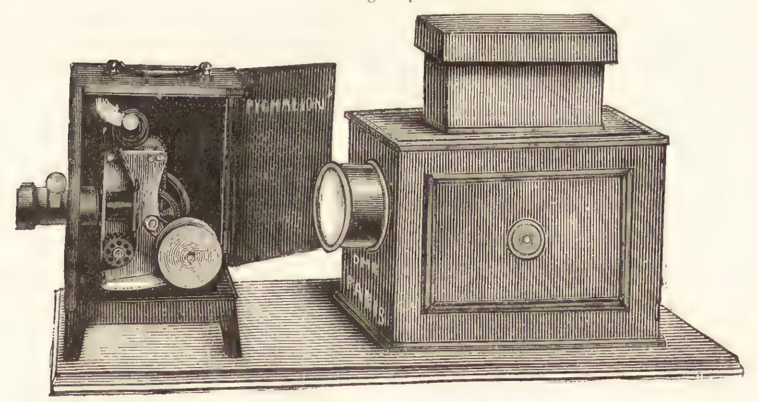
l'entraîne de la longueur d'une vue pendant sa fermeture. Ce mouvement saccadé est donné par une sorte de rochet articulé,

Fig. 83.



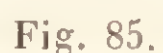
dont l'extrémité vient successivement pousser cinq chevilles qui garnissent un disque, placé à l'extrémité de l'arbre du cylindre. Celui-ci est évidé, percé à jour pour le rendre plus léger et éviter

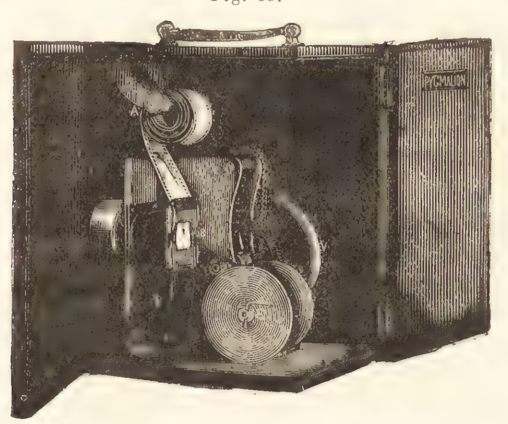
Fig. 84.



le plus possible les effets de l'inertie dans ses mouvements alternatifs; il porte à son tour deux couronnes de chevilles qui pénètrent dans les trous de la pellicule et l'entraînent dans un mouvement brusque et intermittent.

La pellicule placée librement sur un axe fixé au-dessus de tout le système, descend dans un couloir à ressort garni de velours, et passe devant la fenêtre qui donne accès à la lumière ; elle s'infléchit au sortir de ce couloir sur un axe porté sur un ressort, puis


Fig. 85.



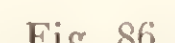
elle va s'enrouler sur la bobine de réception, qui à son tour est entraînée par le mécanisme de l'appareil.

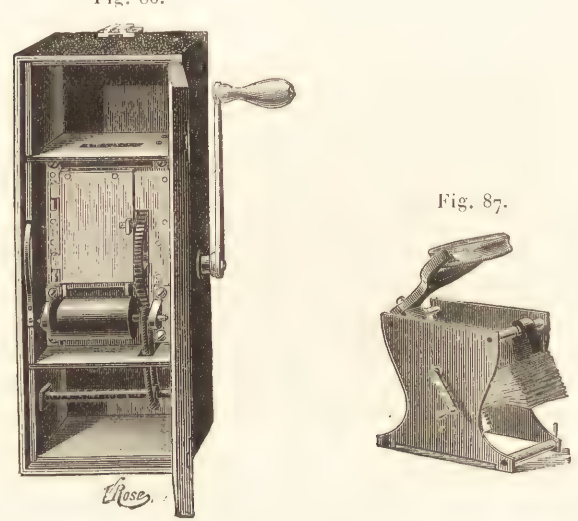
Le cylindre est calculé de façon à recevoir des films perforés au pas d'Edison.

Tout cet appareil est compact, solide et remarquable par la simplicité de son mécanisme; mais sa marche est un peu bruyante, ce qui n'a pas une grande importance; enfin, il est d'un prix très abordable.

Cinébibliographe (*fig.* 86). — Un rouleau de pellicule contenu dans une boîte fixée à la partie supérieure de l'appareil donne passage par une fente étroite au film sensible; celui-ci s'engage dans un couloir garni de velours sur une de ses faces, et celle-ci est percée d'une fenêtre qui limite l'image à photographier; une porte à charnières maintient la pellicule bien aplatie contre la paroi antérieure, et cela grâce à une plaque portée sur des ressorts et fixée elle-même à la porte mobile. Au sortir du couloir, la pellicule est prise entre deux rouleaux de caoutchouc de diamètres inégaux :

l'un d'eux, le plus grand, est évidé sur une partie de son pourtour, de façon à ne pas agir sur la pellicule pendant un certain temps. Cet évidement est égal à la surface de la fenêtre aux images. Enfin, tout à fait au-dessous, un cylindre creux présentant une ouverture


Fig. 86.


Fig. 87.

longitudinale prend la pellicule à sa sortie du couloir et l'enroule au fur et à mesure de son arrivée.

Un arbre muni d'une manivelle mue à la main actionne à la fois les rouleaux compresseurs, au moyen d'une roue dentée qui agit directement sur un pignon que porte le gros rouleau; le petit est entraîné par friction, et par une poulie et une courroie il actionne à son tour le rouleau récepteur.

L'axe principal commande en même temps un second pignon qui porte l'obturateur : celui-ci est formé par un tambour creux dont le pourtour est évidé de façon à laisser passer la lumière par intermittence. Ce système a l'avantage de simplifier tous les mouvements et il évite les renvois par pignons d'angle.

Enfin un objectif simple de 7^{cm} de foyer donne des images de 4^{cm} sur 3^{cm}.

Le *cinébibliloscope* (*fig.* 87) sert à regarder les images faites au moyen du cinébibliographe.

Il se compose d'un bâti formé de deux joues réunies par cinq traverses.

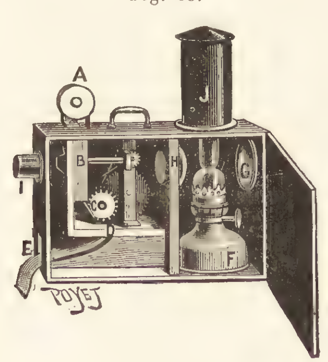
Les deux inférieures n'ont pour objet que de tenir en place les deux côtés; au-dessus d'elles une autre traverse sert d'axe à un quart de cercle denté que commande un petit pignon encastré dans une des joues; en plus, sur l'axe est fixée une pince dans laquelle on serre le bloc des photographies positives sur papier.

Un des axes supérieurs sert de pivot à une sorte d'onglet contre lequel vient buter le bord libre du bloc de photographies.

L'axe opposé porte une loupe servant à regarder les épreuves en les amplifiant légèrement.

Cinématographe des familles de Faller. — Le petit appareil que représente la *fig.* 88 est une sorte de jouet, mais qui donne

Fig. 88.



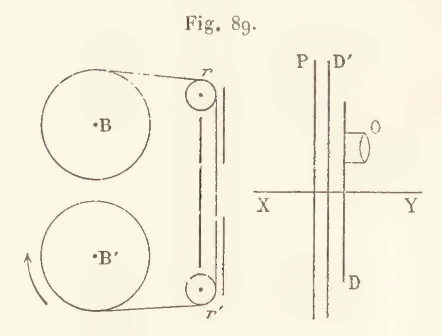
cependant de petites images suffisantes. La pellicule, au pas d'Edison, est portée sur le rouleau A, passe dans une coulisse ajourée B et est entraînée par la roue à rochet C. Un pignon relié à l'axe principal donne le mouvement à l'obturateur. Une simple lampe au pétrole F produit la lumière nécessaire et la projette sur un condensateur H; enfin un petit objectif à très court foyer I projette l'image.

Cinématographes à système oscillant de M. F. Gossart. — Dans tous les appareils que nous venons de décrire l'objectif est fixe, la pellicule sensible seule se meut et s'arrête brusquement pendant

la durée de la pose. De là l'obligation de n'employer que des temps de pose extrêmement courts, de laisser à l'objectif la plus grande ouverture possible, toutes conditions qui rendent plus difficile l'obtention des clichés, ceux-ci manquant de pose ou de netteté. Grâce au système ingénieux de M. Gossart, ces deux difficultés sont vaincues de la manière la plus heureuse, comme il sera facile de s'en convaincre par les descriptions suivantes, rédigées par l'inventeur lui-même.

J'ajouterai que les images obtenues avec cet instrument peuvent facilement atteindre une dimension de beaucoup supérieure (9^{cm}). C'est là un très grand avantage dans le cas des recherches chrono-

Fig. 89.



graphiques, et que seul l'appareil de M. Marey pouvait donner jusqu'à présent.

Le principe de l'appareil est le suivant : faire dérouler une pellicule d'un mouvement uniforme devant un objectif ayant au moment de la pose la même vitesse dans le même sens.

Dans ces conditions, le mouvement relatif de la pellicule par rapport à l'objectif est nul et l'on se trouve dans la situation du photographe qui, monté sur un bateau, prend une vue de la rive. L'épreuve sera nette si le déplacement du bateau pendant le temps de pose (à l'échelle de l'image) est inférieur à un $\frac{1}{10}$ de millimètre, avec une pose de $\frac{1}{500}$ de seconde; à l'échelle de $\frac{1}{100}$ le bateau peut avoir une vitesse de 5^{m}.

La pellicule sensible est enroulée sur une bobine B (*fig.* 89), dont l'axe est horizontal; elle passe verticalement dans un châssis muni de deux rouleaux de renvoi r, r' et vient s'enrouler sur une

seconde bobine B′ animée d'un mouvement de rotation uniforme.

L'objectif O est monté sur un disque D tournant autour d'un axe horizontal XY perpendiculaire aux axes des bobines, de sorte que le plan du disque D est parallèle au plan rr' de la pellicule.

Si l'axe de la bobine B′ et l'axe XY sont animés d'un même mouvement de rotation, si, de plus, la distance du centre de l'objectif O à l'axe XY est égale au rayon de la bobine B′, le centre de l'objectif a la même vitesse tangentielle qu'un point quelconque situé sur le cylindre de la bobine B′ : appelons V cette vitesse.

Entre les points r et r' la pellicule est animée d'une vitesse verticale V de haut en bas. Si l'on considère le moment où l'objectif venant d'en haut passe par l'horizontale qui coupe l'axe XY, la vitesse du centre de l'objectif est alors verticale de haut en bas et égale à V. C'est le moment de la pose qui sera limitée par cette

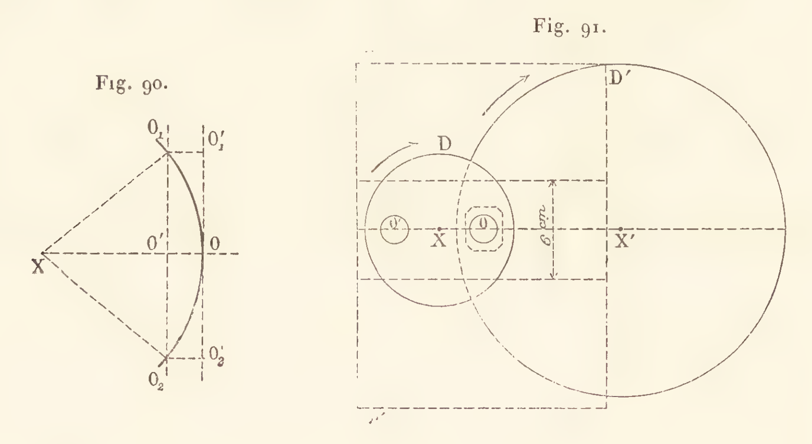


Fig. 90.

Fig. 91.

condition (*fig.* 90) que l'arc de cercle décrit par le centre de l'objectif ne devra pas s'écarter de la tangente verticale de plus de $\frac{1}{10}$ de millimètre, et que la longueur de cet arc ne sera pas supérieure à $\frac{1}{10}$ de millimètre à la seconde.

On voit que de cette manière on pourra obtenir une image à chaque tour de l'objectif et que la hauteur de l'image sera égale à la circonférence décrite par le centre de l'objectif.

Il ne m'a pas été possible de réduire à moins de 20^{mm} la distance du centre de l'objectif à l'axe (bien qu'on puisse facilement ré-

soudre la question) (¹), et j'ai été conduit à placer deux objectifs identiques sur un même diamètre du disque D pour obtenir des images de 6^{cm} de hauteur.

Dans le premier appareil construit (*fig.* 91) les bobines B et B′ avaient 24^{cm} de circonférence et permettaient d'enrouler la pellicule de 13^{cm} de largeur; la distance du centre des objectifs à l'axe était égale à 19^{mm}, rayon correspondant à une circonférence de 12^{cm}; cet axe avait une vitesse double de celui de la bobine B′, de façon à obtenir pour le centre de l'objectif la même vitesse tangentielle que celle de la pellicule.

Enfin, un obturateur formé d'un disque en carton D′ percé d'une ouverture tournait autour d'un axe X′Y′ parallèle à XY avec une vitesse double, de manière que son ouverture venait croiser chacun des objectifs au moment de la pose.

Les objectifs étaient en outre séparés de la pellicule par une plaque fixe P percée d'une ouverture vis-à-vis la position de la pose. Cette ouverture ne se découvrait qu'au moment où elle se trouvait en correspondance avec celle de l'obturateur.

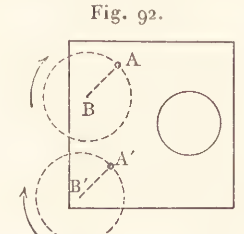
Le châssis dans lequel passe la pellicule ne laisse à découvert vis-à-vis la position de la pose qu'une hauteur de 6^{cm} de pellicule.

Le défaut de cet appareil était de nécessiter l'emploi de deux objectifs; il fallait en outre prendre des objectifs ayant des lentilles de très faible diamètre.

J'aurais pu adopter la solution indiquée dans la note ci-dessous

(¹) Pour faire tourner un objectif autour d'un axe aussi rapproché que l'on veut de son centre, il suffit de prendre une plaque porte-objectif dont on fait tourner

Fig. 92.



deux points A, A′ (*fig.* 92) autour de deux manivelles égales et parallèles AB, A′B′. Je n'ai point adopté cette solution.

(p. 105). Pour remédier à ces inconvénients, j'ai préféré la solution suivante :

L'obturateur D′ (*fig.* 93) est fixé sur un plateau porté par l'axe X′Y′; je prends sur ce plateau un point A′ tel que la circonférence décrite par ce point tournant autour de l'axe X′Y′ soit égale à la hauteur de l'image et je place en ce point une vis A′.

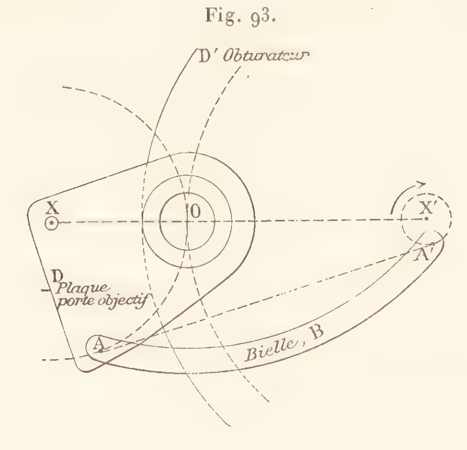
$$2\pi X'A' = \text{hauteur de l'image.}$$

La vis A′ a une vitesse tangentielle égale à la vitesse V de la pellicule.

L'objectif, au lieu de décrire une circonférence de rayon XO, est monté sur une plaque porte-objectif qui peut osciller autour d'un axe XY parallèle à X′Y′ et dans le même plan horizontal; la distance XO de cet axe à l'objectif peut être quelconque et n'est limitée que par les dimensions que l'on veut donner à l'appareil.

La *fig.* 93 montre le dispositif qui permet de donner à l'ob-

Fig. 93.



jectif le même mouvement que celui de la pellicule au moment de la pose.

D, plaque porte-objectif oscillant autour de l'axe XY;

O, objectif vissé sur la plaque;

D′, obturateur tournant autour de la plaque X′Y′.

Du point X, comme centre, je décris la circonférence XO; du point X′, la circonférence X′A′; je mène la tangente commune aux deux circonférences A, A′; je visse sur la plaque porte-objectif

une vis A et je relie les deux vis A et A′ par une bielle (¹).

La vis A′ décrit une circonférence autour de X′, la vis A pendant ce temps oscille autour de X sur la circonférence AO′.

Au moment où la ligne AA′ est tangente aux deux circonférences, les deux vis A, A′ ont la même vitesse tangentielle; mais tous les points de la circonférence OA ont la même vitesse tangentielle; au point O la tangente est verticale, l'objectif a donc à cet instant la vitesse V. C'est à ce moment que l'ouverture de D′ se trouve vis-à-vis de l'objectif, pour permettre la pose. Comme dans le premier appareil, l'axe X′Y′ tourne quatre fois plus vite que l'axe de la bobine B′ dont la circonférence correspond à quatre hauteurs d'image. Ces deux axes sont reliés par des engrenages.

Je me suis du reste servi du premier appareil pour construire le second par transformation.

Cette transformation avait pour but non seulement de supprimer un objectif, mais encore de permettre d'employer un objectif ayant une grande ouverture et par conséquent beaucoup plus lumineux.

Celui que j'ai adopté est le n° 3 de la série de Zeiss $\frac{f}{6,3}$ de 140^{mm} de foyer. Son ouverture est donnée comme ayant 25^{mm} alors que théoriquement elle doit être

$$\frac{140}{6,3} = 22^{mm},22.$$

Le temps de pose est mesuré par l'arc de cercle de rayon X′O compris dans l'ouverture de l'obturateur D′, augmenté de l'ouverture de l'objectif et diminué du déplacement de l'objectif pendant la pose.

Suivant que l'ouverture de l'obturateur D′ est égale à 1, 2, 3, 4, ... ouvertures de l'objectif, on utilise environ $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{4}{5}$, ... de la puissance lumineuse de l'objectif supposé entièrement ouvert pendant toute la durée du temps de pose. Cette ouverture devra donc être aussi grande que possible. Pour un temps déterminé elle est proportionnelle au rayon X′O qui se trouve limité par les dimensions de l'appareil.

(¹) On a donné à la bielle une forme en arc de cercle parce que l'objectif en oscillant venait rencontrer la ligne AA′.

Premier appareil : je prends $X'O = 4XO$. L'axe X' tourne deux fois plus vite que l'axe X.

Deuxième appareil : $X'O = 8XA'$. Au moment de la pose l'objectif O a la même vitesse que A'.

Le déplacement de l'objectif pendant la pose, dans le premier appareil, ne doit pas dépasser 2^{mm}. En réalité, étant donné qu'au commencement et à la fin de la pose l'objectif ne laisse passer qu'une quantité de lumière négligeable, nous pourrons facilement porter ce déplacement à 3^{mm}. J'appelle O l'ouverture de l'objectif, $O \times X$ l'ouverture de l'obturateur.

Pendant que l'objectif parcourt 3^{mm} l'ouverture de l'obturateur parcourt $3^{mm} \times 8$; j'ai l'équation suivante :

$$O + O \times X - 3^{mm} = 24^{mm};$$

$$X = \frac{27 - O}{O}.$$

L'ouverture de l'objectif est de 9^{mm} :

$$X = \frac{19}{9};$$

l'ouverture de l'obturateur est donc de 19^{mm} et permet par conséquent d'utiliser les $\frac{2}{3}$ de la puissance lumineuse de l'objectif.

L'appareil fait vingt-cinq épreuves à la seconde, le déplacement pendant une demi-seconde est de 60^{mm} ; un déplacement de 3^{mm} correspond donc à $\frac{1}{500}$ de seconde.

Dans le deuxième appareil le déplacement de l'objectif pendant la pose peut être plus grand, parce que l'arc de cercle sur lequel se déplace l'objectif étant plus grand s'écarte moins rapidement de sa tangente ; nous pourrions porter ce déplacement à 5^{mm} : nous avons alors, avec une ouverture de 25^{mm}, l'équation

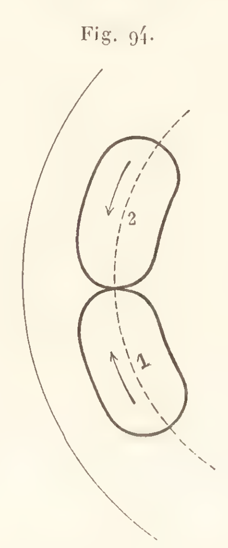
$$25 + 25X - 5 = 40, \qquad X = \frac{44 - 25}{25} = \frac{20}{25};$$

l'ouverture de l'obturateur ne serait plus que de 20^{mm} et ne permettrait d'utiliser à aucun moment de la pose toute l'ouverture utile de l'objectif.

Si, au lieu de prendre un seul obturateur, nous en prenions deux superposés et tournant en sens inverse, nous arrivons à utiliser une beaucoup plus grande partie de la puissance lumineuse de l'objectif. En supposant que l'ouverture de ces obturateurs est au moins égale à l'ouverture de l'objectif, nous pouvons établir que : suivant que l'ouverture des obturateurs est égale à 2, 3, 4, ... fois la moitié de l'ouverture de l'objectif, on utilise environ $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, ... de la puissance de l'objectif.

Le temps de pose est mesuré par l'ouverture de l'obturateur; la *fig.* 94 montre le moment où la pose va commencer; elle sera

Fig. 94.

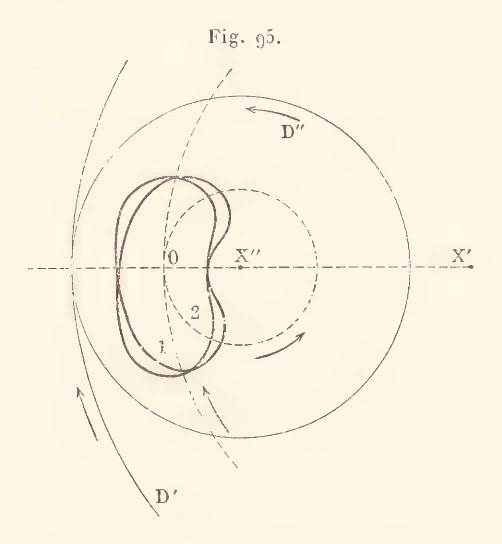


terminée lorsque l'ouverture de l'obturateur 1 aura pris la place de l'ouverture de l'obturateur 2 ; à ce moment l'ouverture de l'obturateur 2 aura pris la place de l'ouverture de l'obturateur 1 ; le déplacement de l'obturateur pendant la pose est égal à son ouverture.

Il n'est pas facile pratiquement d'obtenir deux obturateurs superposés tournant en sens inverse autour du même point, comme nous l'avons supposé pour la démonstration; mais j'arrive au même résultat de la manière suivante. Je conserve l'obturateur D′ tel qu'il est et je monte sur l'axe X′Y′ (*fig.* 95) une roue dentée qui

engrène avec un pignon quatre fois plus petit, monté sur un axe X″Y″ portant le deuxième obturateur D″ et placé de telle manière que $OX'' = \frac{1}{4} OX'$. L'ouverture de ce deuxième obturateur passera quatre fois derrière l'objectif à chaque tour de l'obturateur D′, mais

Fig. 95.



il n'y aura qu'une seule fois coïncidence entre les deux ouvertures des deux obturateurs.

Cette solution, qui a été adoptée, permet, comme on le voit, de mieux utiliser l'objectif, sans augmenter en aucune façon les dimensions de l'appareil.

Le mouvement de la pellicule est déterminé par son enroulement sur la bobine B′ dont le diamètre va constamment en augmentant, à mesure que la pellicule s'enroule. Celle-ci ayant une épaisseur de $\frac{1}{10}$ de millimètre, le diamètre augmente de $\frac{2}{10}$ de millimètre à chaque tour, ce qui fait varier la vitesse de la pellicule, tandis que la vitesse de l'objectif reste constante. Il n'y a pas d'inconvénient à cela tant que les espaces parcourus pendant le temps de pose ne différeront pas de plus de $\frac{1}{10}$ de millimètre. Si nous supposons que le déplacement de l'objectif pendant le temps de pose soit de 4^{mm}, le déplacement de la pellicule pourra varier entre $3^{mm},5$ et $4^{mm},1$; la circonférence de la bobine, qui est soixante fois plus grande,

pourra donc varier entre 234^{mm} et 246^{mm}, ce qui donne une différence de 12^{mm} et par conséquent une différence de 3^{mm} environ pour le diamètre. Nous pourrons donc enrouler 20 tours de pellicule, à la condition de prendre pour diamètre de la bobine nue un diamètre inférieur de 2^{mm} au diamètre théorique.

La bobine B sur laquelle est enroulée la pellicule sensible tend constamment à tourner en sens inverse de la bobine B′ pour tendre la pellicule. Un ressort en spirale est fixé à l'axe de cette bobine et est placé dans un barillet dans lequel il n'est pas arrêté, de sorte qu'il glisse dès qu'il a une certaine tension.

L'axe de cette bobine peut être arrêté par un frein à corde, et la corde est tendue par un ressort.

Lorsqu'on remonte l'appareil, la bobine B′ tend à tourner, la pellicule se tend et la bobine B étant arrêtée par le frein, il ne peut

Fig. 96.

y avoir de mouvement. En pressant sur un bouton, on détend le ressort du frein, la bobine B peut tourner, l'appareil se met en mouvement et s'arrête immédiatement dès qu'on cesse de presser sur le bouton.

Une aiguille fixée sur l'un des axes du mécanisme d'horlogerie indique à chaque instant le nombre de photographies faites.

Tout le système est contenu dans une boîte parallélépipédique ayant 20^{cm} de hauteur sur 25^{m} de longueur et de largeur.

Cette boîte (*fig.* 96) est partagée en trois compartiments par deux cloisons verticales.

Le compartiment B renferme le mécanisme d'horlogerie qui fait

tourner l'axe de la bobine B′ et l'axe X′Y′ de l'obturateur. Le compartiment A renferme l'objectif et l'obturateur. La chambre noire CD est divisée en deux compartiments par le châssis ; le compartiment D renferme les bobines B et B′ et les rouleaux de renvoi R, R′ qui font partie du châssis.

Les appareils qui viennent d'être décrits donnent de très bons résultats pour la Photographie, mais ils ne pourraient être employés, même avec des modifications, pour le cinématographe.

En premier lieu, les images qu'ils donnent sont beaucoup trop grandes ; il faudrait $1^{m},50$ de pellicule pour une seconde, soit 90^{m} pour une minute ; à raison de 3^{fr} le mètre, le négatif pour une minute reviendrait à 270^{fr}, sans tenir compte des clichés manqués. Avec ces grands négatifs, il est à peu près impossible d'obtenir des positifs ayant exactement la même longueur que les négatifs ; car la pellicule se dilate toujours plus ou moins, il y a toujours des glissements et l'enroulement sur les bobines ne se fait pas d'une manière absolument précise. Tous ces petits défauts n'ont aucune importance pour les études de Chronophotographie, mais ne peuvent être admis pour les épreuves animées : à la projection les images oscilleraient, et ne produiraient pas l'illusion que doit donner un cinématographe bien construit.

Pour remédier à tout cela, M. Gossart a modifié ainsi ses premiers appareils.

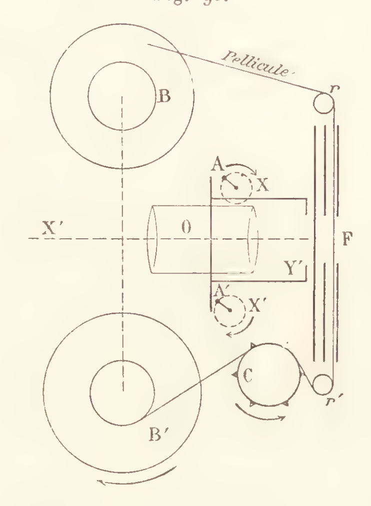
Il se sert de pellicules de 35^{mm} de largeur, perforées de chaque côté de 2^{cm} en 2^{cm} (*fig.* 97), l'intervalle entre les deux lignes de

Fig. 97.

perforation est de 28^{mm}. Cette pellicule passe en engrenant sur un cylindre portant des dents correspondant aux perforations, ce qui sert à régler son mouvement, comme le faisait la bobine B′ (*fig.* 98) dans le premier appareil.

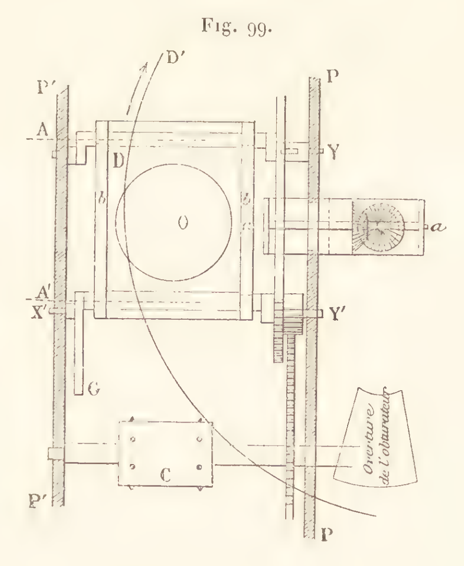
La pellicule enroulée sur une bobine B (*fig.* 98) passe dans un

Fig. 98.



châssis muni de deux rouleaux de renvoi r, r' et d'une fenêtre F,

Fig. 99.



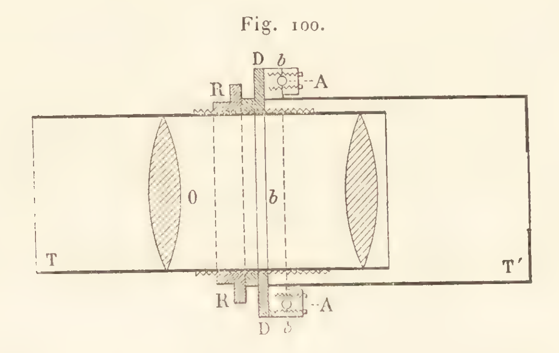
passe ensuite sur le cylindre à dents C' et vient s'enrouler sur la bobine B'.

L'axe du cylindre C et l'axe de la bobine B' reliés par leur engrenage tournent en sens inverse avec la même vitesse, la bobine B' est montée à friction sur son axe et le diamètre de son noyau est un peu supérieur à celui du cylindre C, de sorte que la pellicule est constamment tendue entre C et B' par la friction de la bobine sur son axe.

L'obturateur est encore un disque de carton D' percé d'une ouverture qui passe à chaque tour devant la fenêtre F. En raison de la petitesse de l'image, il a été possible d'employer dans cet appareil un obturateur de plaques, tandis que dans les premiers modèles il était nécessaire d'avoir un obturateur d'objectif.

Le porte-objectif est une plaque rectangulaire verticale qui se déplace en restant toujours parallèle à elle-même, deux de ses points tournant autour de deux arbres coudés X, A (*fig.* 99), XA

Fig. 100.



étant le rayon d'une circonférence dont le développement est égal à la hauteur de l'image.

Au moment où le porte-objectif est le plus rapproché possible de la pellicule, ce qui a lieu lorsque XA est horizontal, le porte-objectif a une vitesse verticale égale à celle de la pellicule, puisque le point A a une vitesse tangentielle égale à celle de la pellicule et le moment de la pose, la durée de celle-ci étant limitée par la condition que la différence entre l'arc et la corde soit inférieure à $\frac{1}{10}$ de millimètre et que la flèche de cet arc soit inférieure à la profondeur du foyer de l'objectif.

Le porte-objectif (*fig.* 100) porte à sa partie postérieure un tube fermé par un fond qui présente une ouverture un peu plus

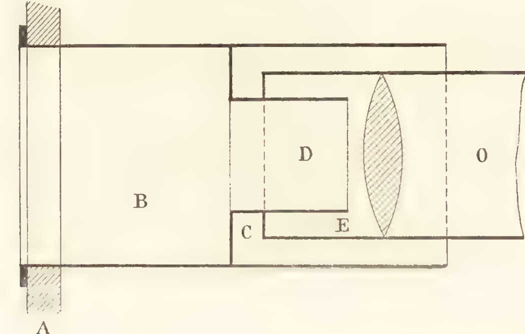
petite que l'image. Cette ouverture forme les cadres de l'image, elle ne laisse passer que les rayons lumineux compris dans le champ de l'image qu'elle suit dans son mouvement pendant le temps de pose.

Les deux arbres coudés X, A peuvent tourner dans les coussinets de deux bielles *b*, *b* vissées sur le porte-objectif D.

La roue d'engrenage fixée sur l'arbre C, qui met en mouvement l'axe de la bobine B', fait tourner également un pignon six fois plus petit fixé sur l'arbre X de l'un des arbres coudés.

Ces deux pièces sont reliées entre elles, non seulement par les bielles *b*, *b*, mais encore par deux roues dentées, fixées sur les arbres X, A, Y et reliées entre elles par une roue intermédiaire de même diamètre. L'axe de cette roue *aa* (*fig.* 99) porte un pignon d'angle

Fig. 101.



qui fait tourner l'axe sur lequel est fixé l'obturateur D'. Cet axe *aa* est porté par deux ponts fixés de chaque côté de la platine PP, qui présente un trou pour le passage du pignon d'angle.

Le cylindre C, dont le développement est égal à la hauteur de six images, porte six dents de chaque côté. C'est pour cette raison que le pignon X est six fois plus petit que la roue dentée de l'arbre C.

Un mouvement d'horlogerie placé entre deux platines, la platine PP et une platine placée à droite de PP, met en mouvement l'arbre A et par suite tout le système.

Un frein à corde est monté sur l'axe X'Y', qui porte l'obtura-

teur. En pressant sur un bouton on desserre le frein qui agit de nouveau dès qu'on cesse la pression.

On a de cette manière un mouvement de rotation continu pour l'objectif au lieu d'un mouvement alternatif. Un contrepoids G, fixé sur l'arbre coudé inférieur, maintient le système en équilibre et donne plus de régularité au mouvement de rotation.

Les trois platines, P′P′, PP et celle de droite, reposent sur un plateau horizontal sur lequel elles sont fixées à l'aide de vis.

L'appareil peut fonctionner tel quel pour la reproduction des images; pour la Photographie il doit être enfermé dans une boîte parallélépipédique d'environ 30^{cm} de hauteur, 22^{cm} de longueur et 22^{cm} de largeur. L'un des côtés formant porte à glissière peut être retiré; la *fig.* 102 montre l'appareil dans la boîte, la porte enlevée.

Le côté antérieur de la boîte (*fig.* 102) porte vis-à-vis de l'objectif un tube double composé d'un tube extérieur qui enveloppe l'objectif et d'un tube intérieur concentrique, maintenu dans le premier par un diaphragme; ce tube intérieur s'engage dans le parasoleil de l'objectif. Celui-ci se meut entre ces deux tubes qui empêchent la lumière de pénétrer dans la boîte.

L'objectif employé est un objectif à portraits de la série C de Dallmeyer, dit objectif miniature. Le foyer absolu est de quatre-vingts et quelques millimètres, l'ouverture des lentilles est de plus de 30^{mm}. Il est très lumineux, ne couvre bien qu'une très petite image et est très difficile à mettre au point.

Ces inconvénients sont du reste une conséquence forcée de la très grande ouverture de l'objectif.

P′P′. — Platine antérieure.

PP. — Platine médiane.

Le mouvement d'horlogerie se trouve placé entre la platine PP et une platine postérieure.

Les axes des bobines sont fixés et calés sur la platine PP; la roue dentée B′ tourne autour de l'axe B et entraîne par friction un tube entourant cet axe sur lequel se fixe la bobine B′.

B. — Axe de la bobine supérieure.

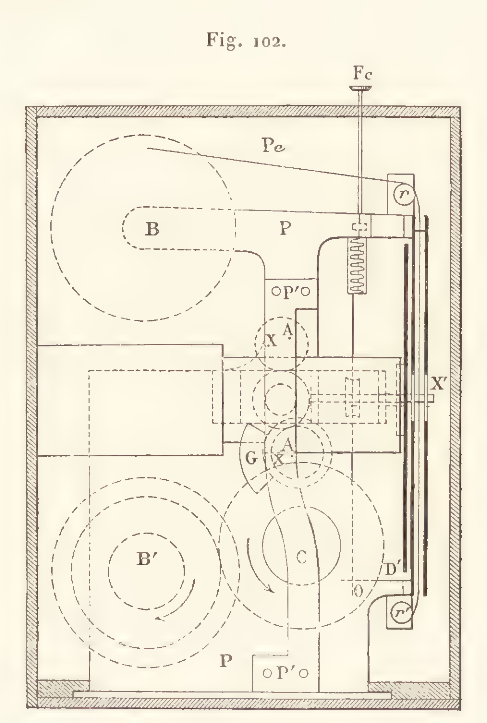
B′. — Axe de la bobine inférieure: 1er cercle, noyau de la bobine; 2e cercle, roue dentée; 3e cercle, face de la bobine.

C. — Axe du cylindre à dents : 1er cercle, cylindre à dents; 2e cercle, roue d'engrenage engrenant avec la roue B′.

XX. — Pivots des axes coudés XA : en bas, 1er cercle, pignon engrenant avec la roue C'; 2e cercle, roue dentée engrenant avec la roue intermédiaire qui engrène avec la roue supérieure; au centre, pignon d'angle mettant en mouvement l'axe X' qui porte l'obturateur D'.

G. — Contrepoids monté sur XA.

Fig. 102.



Coupe élévatoire du porte-objectif.

O. — Objectif avec parasoleil vissé par son milieu dans le porte-objectif DD.

b, *b*, *b*. — Une des bielles fixées au porte-objectif avec ses coussinets dans lesquels sont engagés les arbres coudés A.

T. — Prolongement du tube de l'objectif formant parasoleil.

T'. — Tube formant chambre noire.

F. — Fond du tube présentant une fenêtre qui sert de cadre à l'image.

Cinématographe de MM. Schmidt et André Christophe. — Dans tous les appareils que nous venons de passer en revue, le mouvement de toutes les pièces qui concourent à l'entraînement de la

pellicule et à l'ouverture de l'obturateur s'obtient à la main. De là une certaine difficulté pour obtenir une régularité absolue dans la vitesse de déroulement de la bande porte-images, et quelquefois il serait utile de pouvoir produire des épreuves absolument semblables comme temps de pose et comme vitesse de succession.

Dans le but de remédier à ce défaut, MM. Schmidt et André Christophe ont combiné un cinématographe mû par un mouvement d'horlogerie.

L'instrument qu'ils ont construit est de très petit volume, malgré cette adjonction, et sa manœuvre est des plus simples; il demande seulement un peu plus de soin que les autres, car ses organes sont assez délicats et risqueraient de se fausser s'ils étaient manœuvrés sans soins suffisants.

Ici encore les organes qui composent le mécanisme d'entraînement de la pellicule sensibilisée sont animés d'un mouvement rotatif continu, ce qui permet d'éviter les chocs et les vibrations qui se produisent fatalement dans les appareils à mouvements alternatifs saccadés.

La pellicule est enroulée sur un tambour mobile, qui peut tourner librement sur un axe qui traverse un axe cylindrique présentant une fente longitudinale. Un couvercle vient recouvrir cette enveloppe; il porte une fente similaire à celle de l'enveloppe, et c'est à travers ces fentes, lorsqu'elles sont en concordance, que se débite la pellicule.

Quand cet appareil de distribution de la pellicule est exposé à la lumière, les deux fentes sont éloignées l'une de l'autre de façon à empêcher toute introduction de lumière pouvant atteindre la couche sensibilisée. Un emmanchement à baïonnette réunit l'enveloppe à son couvercle et forme un tout de ce cylindre distributeur.

Sur la joue formant le fond de l'enveloppe se trouve à l'extérieur un petit tenon qui vient s'appuyer sur un ressort fixé dans la boîte contenant tout le mécanisme. En faisant entrer le couvercle sur sa boîte, une butée disposée sur ce couvercle vient rencontrer le tenon et fait tourner l'enveloppe d'une quantité suffisante pour mettre en regard les deux fentes.

Le couvercle est maintenu immobile par une pièce fixe rattachée

à la boîte, de telle sorte qu'en retirant ce couvercle le ressort situé au-dessous fait tourner l'enveloppe, et alors les deux fentes ne sont plus en correspondance.

Après avoir traversé le mécanisme d'entraînement pour la prise successive des clichés, la pellicule sensibilisée vient s'enrouler sur un système semblable à celui que nous venons de décrire.

Cette disposition permet d'échanger les pellicules en pleine lumière; il suffit pour cela d'enlever les distributeurs et de les remplacer par d'autres préparés à l'avance. On a seulement le soin de coller au bout de la pellicule une bande de papier noir qui permet d'amorcer l'appareil sans perdre de couche sensible.

A la sortie de l'appareil distributeur, la bande pelliculaire passe entre deux cadres qui lui servent de guide : l'un est fixe et l'autre, celui de derrière, est mobile mais appuyé contre le premier par un ressort.

En avant de cette fenêtre sont placés l'objectif et le disque obturateur.

L'entraînement de la bande pelliculaire est fait par deux disques entraîneurs calés sur un même axe et animés d'un mouvement de rotation continue. A cet effet, un rouleau tournant librement sur deux pivots fixés aux extrémités de deux ressorts presse la bande, au moment voulu, contre les disques qui l'entraînent alors dans leur rotation.

Pendant la prise de chacune des images successives, c'est-à-dire quand l'ouverture de l'obturateur découvre l'objectif, la pellicule doit rester absolument immobile. A ce moment les disques entraîneurs, tout en continuant de tourner sans interruption, cessent d'entraîner la bande. Pour déterminer cet arrêt de la bande, deux cames sont placées sur l'axe de rotation, et celles-ci éloignent à intervalles utiles le rouleau des disques. Pendant cette période du mouvement, la bande pelliculaire n'étant plus pressée entre le rouleau et les disques reste libre et immobile entre ses organes. Elle ne peut d'ailleurs flotter dans la partie soumise aux rayons lumineux, puisqu'elle est serrée entre les deux cadres.

Le profil des cames est établi de telle manière que l'entraînement de la bande recommence en temps utile et sur une longueur déterminée après chaque prise d'image; dès que l'onde de chaque came

cesse d'agir sur le rouleau, celui-ci, sollicité par ses ressorts de suspension, se rapproche des disques et vient presser sur la bande qui est de nouveau entraînée dans le mouvement de rotation de ces disques.

Le disque obturateur placé contre l'objectif reçoit un mouvement circulaire continu au moyen de deux pignons coniques de même diamètre. L'un d'eux est calé sur le même axe que les disques entraîneurs, et se trouve placé entre ces deux disques; l'autre est fixé sur l'axe de l'obturateur. De cette façon, cet obturateur accompagne les disques dans leur mouvement rotatif continu ; son ouverture démasque l'objectif pendant que les cames éloignent le rouleau des disques, c'est-à-dire lorsque la bande pelliculaire est complètement immobile.

Pour assurer un écartement rigoureusement exact entre les images prises successivement par l'appareil, c'est-à-dire pour éviter les entraînements ou les glissements éventuels de la pellicule pendant ou après l'action du rouleau compresseur, la bande est dirigée en quelque sorte par un ressort à lame fixé à la partie supérieure du bâti métallique qui supporte tout le mécanisme, et portant à sa partie inférieure une pointe qui peut s'engager dans des ouvertures oblongues ménagées sur l'un des rebords de la pellicule.

Ce dispositif permet encore d'avoir des points de repère pour la reproduction des images photographiques pour la projection lorsqu'on a remplacé la bande des négatifs par celle des positifs.

Le ressort à lame est soumis à l'action d'un disque à profil de came qui écarte ce ressort à des intervalles déterminés; dès que la came n'agit plus par sa partie saillante, le ressort se détend et la pointe pénètre dans une des ouvertures oblongues de la bande pelliculaire. Cette pointe limite ainsi la course de la bande pour chacune des images.

Le disque à cône est monté sur le même axe que les disques entraîneurs, il les accompagne avec la même vitesse dans leur mouvement rotatif continu.

Le mécanisme moteur est constitué par un mouvement d'horlogerie composé d'un tambour ou barillet contenant le ressort moteur qui est bandé au moyen d'une clef à douille. Ce barillet porte une couronne dentée qui engrène avec un pignon communiquant à son

tour le mouvement à l'axe principal par l'intermédiaire d'une seconde roue et d'un second pignon.

La vitesse de ce train d'engrenage, et par suite celle de tout le système, est réglée au moyen d'un régulateur à force centrifuge, dont les branches flexibles portent, vers leur partie médiane, deux sphères s'écartant d'autant plus que la vitesse s'accélère. En concordance du disque entraîné dans un mouvement de rotation continu par le train d'engrenage, se trouve un deuxième disque auquel sont attachées les extrémités des branches flexibles du régulateur; d'autre part, les branches d'un fort ressort à lame frottent sur chacun des disques et tendent constamment à les rapprocher. On comprend que ce ressort forme frein et agira avec d'autant plus d'énergie que les disques seront plus écartés, c'est-à-dire que la vitesse de rotation du système sera plus grande.

On détermine la tension initiale du ressort au moyen d'une vis de réglage.

Le système récepteur, interchangeable avec le système distributeur, est actionné de la façon suivante : un des tambours porte latéralement une poulie garnie d'un anneau de caoutchouc et est entraîné par friction par une deuxième poulie supportée à l'intérieur de la boîte. Une troisième poulie montée sur l'axe principal transmet le mouvement à la deuxième au moyen d'un petit câble flexible.

En introduisant l'appareil récepteur dans le logement qui lui est ménagé dans la boîte, on presse par ce fait même sur la poulie du tambour; celui-ci est alors entraîné dans un mouvement de rotation et l'enroulement de la bande peut avoir lieu.

Une pièce d'arrêt, actionnée par un bouton placé en dehors de la boîte, permet de maintenir l'obturateur fermé. En appuyant sur ce bouton, on déclenche l'obturateur, ce qui permet au mécanisme de se mettre en mouvement.

Graphonoscope de M. Baron. — Dans une combinaison qu'il a désignée sous le nom de *graphonoscope,* M. Baron a cherché à enregistrer et à reproduire simultanément les séries animées et les sons qui les accompagnent.

Cet appareil se compose de deux parties distinctes, mais intime-

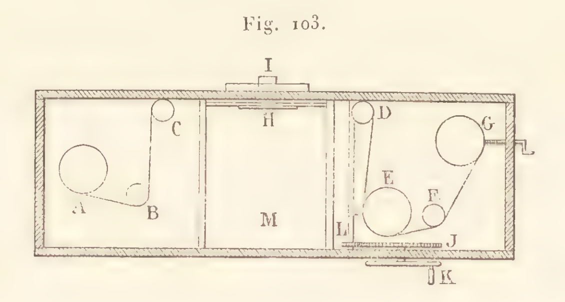
ment liées l'une à l'autre, afin de concourir ensemble à l'obtention du résultat cherché. L'une de ces parties est un appareil chronophotographique, servant à prendre une série de poses d'un même sujet en mouvement, à des intervalles très rapprochés ; l'autre partie consiste en un phonomicrographe excessivement sensible servant à l'enregistrement du son, et en un phonographe haut parleur pouvant se faire entendre de toute une salle.

Ces deux appareils, reliés électriquement, marchent ensemble à la même vitesse, et, pendant la reproduction en projection du sujet photographié, les mouvements se trouvent rendus avec les sons qui les accompagnent, de sorte que les auditeurs voient et entendent les scènes et les sons reproduits comme s'ils assistaient à la réalité.

L'appareil chronophotographique se compose d'une boîte en bois, fermée hermétiquement et divisée en plusieurs compartiments renfermant les différents organes.

La pellicule, enroulée sur le cylindre A (*fig.* 103), passe sur les guides B et C, entre dans la glissière H, où une plaque à

Fig. 103.



ressort la maintient plane devant l'objectif, puis sur un autre guide D et arrive au cylindre entraîneur E, où elle est prise par huit chevilles à la fois, ce qui empêche toute éraillure des trous percés dans la pellicule. A la sortie du cylindre E, une fourche la détache des chevilles et elle passe sur le guide F pour arriver au cylindre G sur lequel elle s'enroule automatiquement au moyen d'un mouvement d'horlogerie indépendant et se remontant de l'extérieur de la boîte.

La pellicule mesure 50^{mm} de large; l'image n'ayant que 30^{mm} de

hauteur, il reste de chaque côté une bande de 1^{cm} de large, et cette partie supporte seule tous les frottements, de telle sorte que l'image, ne frottant sur aucun organe, est à l'abri de toute détérioration.

Les images sont prises à raison de vingt par seconde, vitesse suffisante pour la bonne reproduction des mouvements les plus habituels.

L'appareil par son poids, et celui-ci est assez considérable, offre une stabilité indispensable si l'on veut éviter les trépidations. Construites en acier, cuivre et aluminium, toutes les pièces mécaniques sont fixées sur une plaque de zinc de 50^{mm} d'épaisseur, de façon à obtenir une rigidité absolue de toutes les parties.

L'obturateur diffère de tous ceux employés dans les autres cinématographes; il est à mouvements alternatifs, et n'est en somme qu'une simple guillotine à double mouvement.

Cinématorama de M. Baron. — Le nom de *cinématorama* a été donné à un système d'appareil permettant d'obtenir la photographie et la projection circulaire de vues animées, au moyen du groupement d'appareils cinématographiques entraînés simultanément d'un mouvement isochrone, soit à la main, soit par un moteur mécanique : ces appareils concourant à la formation d'une image panoramique pouvant être projetée sur un écran circulaire.

Cet appareil se compose de deux parties distinctes, mais se complétant l'une par l'autre, afin d'obtenir le résultat que nous venons d'énoncer.

La première de ces parties consiste en huit appareils cinématographiques disposés sur une plate-forme circulaire, et servant à prendre chacun une série de poses d'une portion de l'horizon à des intervalles très rapprochés. La seconde partie comporte le même nombre d'appareils cinématographiques, et sert à la reproduction, par projection, des mêmes portions d'horizon prises par le premier groupe d'appareils, sur un écran circulaire en toile blanche de diamètre variable suivant les circonstances.

Chaque groupe d'appareils marche à une vitesse uniforme, et, pendant la reproduction par projection, les vues animées se trouvent reproduites de grandeur naturelle, de sorte que les specta-

teurs assistent à la reproduction intégrale d'un panorama, avec toute l'animation existant au moment de la prise des négatifs.

Cinématographe à plaques de MM. W. Schmidt et A. Christophe. — L'emploi des pellicules de celluloïd couvertes de gélatine sensible dans les appareils enregistreurs et projecteurs présente plusieurs inconvénients, et parmi ceux-ci l'un des plus sérieux est celui qui résulte du prix élevé de ces sortes de préparations; aussi peut-on classer jusqu'à présent la Photographie animée parmi les procédés de grand luxe ou de curiosités scientifiques.

Afin de porter remède dans une certaine mesure à tous les inconvénients qui résultent de l'emploi des pellicules, MM. Schmidt et Christophe ont combiné un appareil qui permet de substituer les glaces aux films.

La série des clichés constituant l'ensemble de la vue à prendre ou à projeter est fractionnée sur plusieurs plaques, de dimensions égales et pouvant se substituer les unes aux autres.

Un mouvement de rotation continu, imprimé au mécanisme de l'appareil combiné à cet effet, extrait successivement les plaques d'un magasin où elles sont disposées; il les fait passer devant un objectif en déterminant les arrêts nécessaires à la pose de chacun des clichés qu'une plaque peut comporter, ouvre et ferme en temps utile l'obturateur, continue l'entraînement des plaques et finalement les conduit au fur et à mesure dans un magasin récepteur d'où elles seront retirées une fois l'opération terminée.

Les figures qui accompagnent cette description feront comprendre facilement le mode de construction de l'appareil et son fonctionnement.

La *fig.* 105 est une élévation sectionnelle en projection de la *fig.* 104.

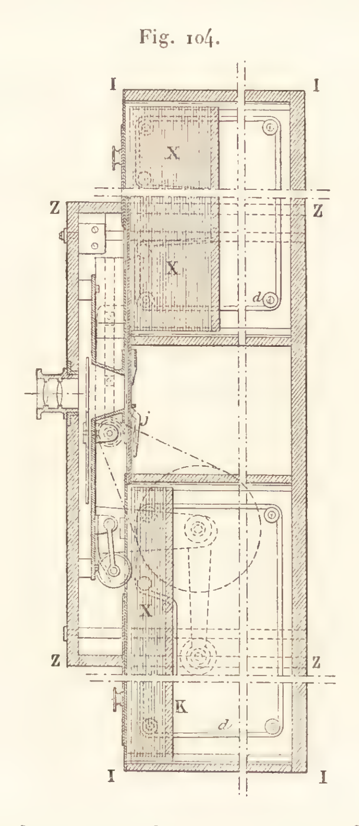
La *fig.* 106 est une vue de face du dispositif à échappement produisant l'entraînement des plaques.

La *fig.* 107 représente en élévation et en coupe une plaque photographique avec rebords métalliques en U dans lesquels sont pratiquées des entailles.

Vers la partie supérieure de la boîte Z (*fig.* 104 et 106) se trouve le magasin I dans lequel sont introduites, par une ouver-

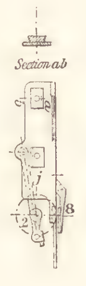
ture *i*, les plaques photographiques X, qui se trouvent ainsi pla-

Fig. 104.



cées les unes devant les autres. Ces plaques sont disposées dans des

Fig. 105.

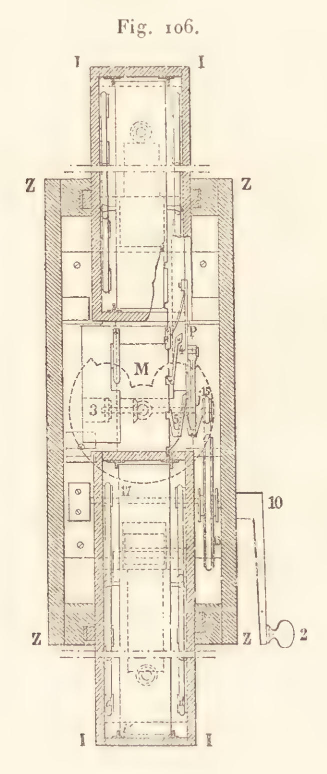


châssis métalliques, dont les rebords portent des entailles ser-

vant de repères pour l'espacement régulier des images et les arrêts d'entraînement correspondant aux périodes d'exposition, lorsque l'ouverture de l'obturateur M passe devant l'objectif.

Les plaques X sont guidées dans le magasin I par des cornières entre lesquelles coulisse également le fond mobile. Deux câbles

Fig. 106.

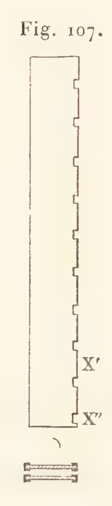


élastiques en caoutchouc *d*, faisant fonction de ressorts, tendent à rapprocher le fond vers l'avant du magasin I. Les câbles élastiques sont d'abord fixés par leurs deux extrémités au fond du magasin I, puis ils passent sur les galets *d* disposés à l'avant; ils sont ensuite reliés au fond mobile par d'autres galets. La tension des câbles tend à rapprocher le fond de l'avant du magasin, ce qui fait avancer les plaques X et les amène au-dessus de l'ouverture *i*, qu'elles traversent les unes après les autres pour sortir du magasin lorsque la griffe d'entraînement les fait s'abaisser

devant l'objectif et de là entrer dans le magasin récepteur I' dont la disposition et la forme intérieure sont similaires à celles du magasin I.

Toutes les plaques du magasin I ayant passé dans le magasin récepteur I', après avoir été impressionnées, le magasin I pourra servir à son tour de récepteur en le disposant alors à la place qu'occupait le précédent. Pour continuer à opérer, on remettra à la partie supérieure de l'appareil un nouveau magasin I muni de

Fig. 107.



plaques non impressionnées par la lumière; après avoir pris la précaution de baisser le volet qui peut fermer la fenêtre derrière laquelle passent tous les plaques.

L'extraction des plaques photographiques du magasin et leur entraînement s'opèrent au moyen du mécanisme suivant :

Dans une rainure ménagée sur le bâti, coulisse la tige d'un échappement 1, qui reçoit un mouvement de va-et-vient rectiligne au moyen d'une manivelle 2; un bouton 3 frotte contre les bases de cet échappement, soit à l'intérieur, soit à l'extérieur, selon que la tige monte ou descend; pendant le mouvement circulaire de cette manivelle 2, lorsque le bouton 3 n'est plus en contact avec l'échappement, celui-ci reste immobile. Sur la tige de l'échappement 1 sont fixés deux ressorts 4 et 5 qui s'appuient contre les rebords métalliques X' (*fig.* 107) sur lesquels sont disposées les encoches ou

crans X″. En outre, sur cet échappement est fixé un étrier 6 dont le petit côté, en forme de rampe, vient agir sur le tenon 7 d'un ressort d'arrêt 8 fixé en un point du bâti 9, en écartant latéralement ce ressort lorsque l'échappement descend. Lorsque le ressort 8 est libéré vers la fin de la course descendante de l'échappement, son extrémité rectangulaire s'engage dans les encoches de même forme des rebords métalliques X′ et immobilise absolument la plaque photographique correspondante pendant le temps nécessaire à la prise ou à la projection d'un cliché. Les magasins I et I′ présentent chacun une ouverture pour l'introduction de la partie rainurée du bâti 9 dans laquelle coulisse la tige de l'échappement 1. En introduisant le magasin I dans le bâti Z, la griffe supérieure à ressort 4 viendra s'engager dans la première entaille inférieure X″ du rebord métallique de la première plaque photographique.

La mise en action de tout le mécanisme est donnée par le mouvement rotatif continu qu'on imprime à l'arbre 10 sur lequel est montée la manivelle d'entraînement 2. Cet arbre 10 est actionné soit au moyen d'une manivelle à main calée sur un axe et d'une chaîne sans fin 15, engrenant avec la roue dentée 13 et le pignon 14, soit par un moyen mécanique ou électrique quelconque.

La manivelle 2 recevant de la sorte un mouvement circulaire continu, son bouton 3 agit sur l'échappement, le fait descendre et s'élever à intervalles réguliers afin d'accomplir les fonctions d'entraînement, d'arrêt et d'introduction dans le magasin I des plaques photographiques passant successivement devant l'objectif. La griffe 5 s'engage également dans les entailles X″; elle concourt à ces opérations successives et opère la rentrée de chaque plaque dans le magasin récepteur I′.

Pendant la période ascendante de l'échappement 1 les griffes 4 et 5 sont comprimées contre les rebords X′; aussitôt au sommet de la course, elles pénètrent dans les entailles X″ de ces rebords et entraînent ainsi périodique ment, lors de la période descendante, ces plaques X sur une longueur correspondant à chacune des images prises successivement.

Pour permettre l'introduction des plaques X dans le magasin récepteur I′, le constructeur a disposé sur l'axe 10 une vis sans fin 16, qui entraîne une roue dentée 17; sur l'une des faces de la

roue dentée il existe une ou plusieurs saillies 18 qui agissent sur le talon supérieur 19 d'un levier à deux branches 20 monté sur l'axe principal et portant à sa partie inférieure un rouleau 22. Par le fait de l'oscillation périodique du levier 20 causée par les saillies 18, le rouleau 22 fait légèrement reculer en arrière la dernière plaque introduite dans le magasin I, au moment où la suivante doit commencer à pénétrer dans l'orifice *i* de ce magasin.

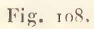
On comprend que toutes les plaques sortent du magasin en se juxtaposant les unes sur les autres et qu'elles entrent dans le récepteur I' dans l'ordre même de leur entraînement; il suffira donc de numéroter les plaques au sortir du magasin pour conserver les clichés dans l'ordre des mouvements qu'a fixés l'appareil.

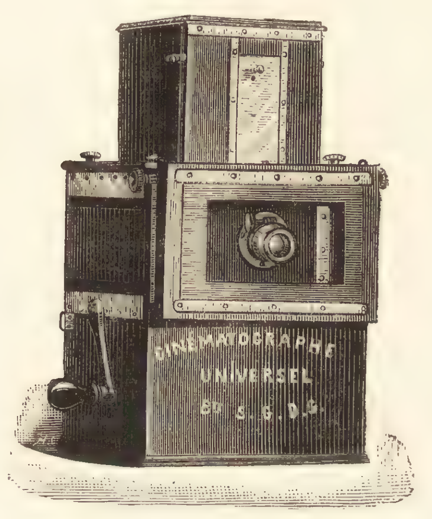
L'arbre 10 de l'appareil porte encore, calé près de la vis sans fin 16, un pignon conique central qui transmet un mouvement rotatif continu à l'obturateur M par l'intermédiaire d'un deuxième pignon. L'ouverture de cet obturateur vient démasquer l'objectif au moment où la plaque s'arrête dans sa descente. La chambre noire est formée par le bâti lui-même.

On peut observer que la succession rapide des passages brusques de la pleine lumière à l'obscurité, dans les appareils reproducteurs du mouvement, produisent sur l'écran récepteur des images projetées un tremblement particulier fatigant pour la vue. Pour éviter cet inconvénient, l'obturateur est modifié, et se trouve composé d'une matière permettant d'obtenir, suivant la génératrice de cet obturateur, d'abord une zone de légère transparence, puis de lucidité suffisante pour masquer sur l'écran le mouvement de translation des images, tout en laissant cet écran toujours frappé par une lumière diminuant graduellement après chaque image et augmentant progressivement d'intensité à l'approche de la suivante. Comme la translation de la plaque X ne commence pas immédiatement après que l'ouverture a cessé de coïncider avec l'objectif, il s'ensuit que par ce dispositif on aura atténué et, dans des cas de vitesse de rotation suffisante, supprimé le tremblement si désagréable à l'œil.

En outre, pour la projection, on remplace le couvercle d'arrière par une lentille condensatrice derrière laquelle on dispose la source lumineuse.

Cinématographe universel de M. Gauthier. — Cet appareil (*fig.* 108 et 109) diffère en quelques points des modèles similaires ; il appartient à la catégorie des cinématographes à entraînement direct par cylindre à chevilles. Un axe principal porte à son extrémité une manivelle entraînée à la main, et dans son milieu une roue dentée de grand diamètre ; celle-ci commande un pignon qui porte :


Fig. 108.



1° deux roues d'angles qui actionnent l'obturateur ; 2° une roue à cames qui donne le mouvement d'intermittence nécessaire au barillet à chevilles chargé d'entraîner le frein.

Cette roue à cames se compose d'un disque d'acier portant six échancrures dans lesquelles vient s'engager l'extrémité de l'axe du barillet ; on obtient ainsi un mouvement intermittent sans à-coups et sans bruit, ce qui est un double avantage, car le film ne se fatigue pas et l'instrument ne produit pas ce bruit de crécelle si désagréable dans certains appareils.

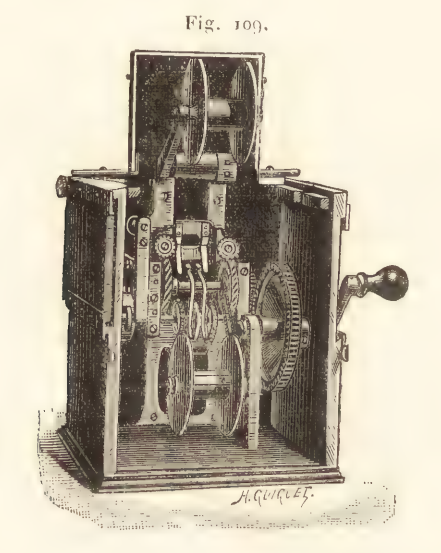
L'axe secondaire porte une gorge dans laquelle s'engage une cordelette qui actionne une bobine sur laquelle vient s'enrouler le film après être passé devant l'objectif. Celui-ci est d'abord contenu dans une boîte placée à la partie supérieure de l'appareil et glisse dans une coulisse garnie de velours et d'une plaque à ressort sem-

blable à celle que l'on rencontre dans tous les cinématographes.

Les objectifs, pour prendre les vues ou pour faire la projection, se montent sur une planchette mobile reliée à l'appareil par un soufflet, et mue par une crémaillère pour opérer la mise au point.

Ce qui caractérise cet instrument, c'est son obturateur; celui-ci est double et composé de deux disques à ouvertures variables, et

Fig. 109.



qui tournent en sens inverse; cette disposition donne à la fois un éclairage plus égal et une intermittence plus régulière à ouverture et fermeture plus rapide.

Les films qu'emploie M. Gauthier portent une perforation par image : pas de Lumière, mais le barillet peut être changé très facilement et remplacé par un autre au pas d'Edison.

Pour la projection, l'appareil se place devant une lanterne qu'il suffit de centrer et de mettre à la distance voulue.

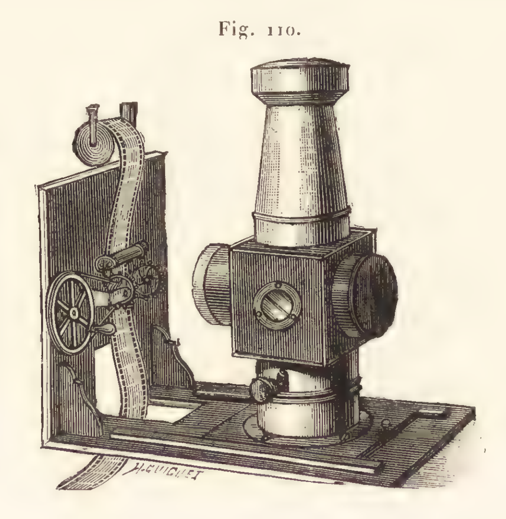
Chronoscope Hanau-Gauthier. — Cet appareil (*fig.* 110) est certainement le plus simple qui ait été construit, mais il ne peut servir qu'à la projection des films perforés au pas d'Edison; enfin il possède une qualité très appréciée parfois, son prix est des plus minimes.

Il se compose de trois parties :

1° Le chronoscope proprement dit : sur une plaque métallique est fixé un axe fixe sur lequel roule une roue à gorge portant une manivelle; celle-ci entraîne, soit par une cordelette, soit par pignon d'angle, un disque à chevilles qui lui-même commande le barillet à chevilles et l'obturateur.

Le mouvement ainsi obtenu est très doux par suite d'une disposition particulière; l'hélice qui donne le mouvement intermittent

Fig. 110.



au barillet porte-film agit sur des billes roulantes, qui peuvent librement tourner autour d'un axe fixe. On évite également par là tout bruit désagréable. Dans un modèle plus récent, l'entraînement se fait par engrenage et non par cordelette. Dans les deux modèles la marche est presque silencieuse, et toujours beaucoup moins bruyante que dans tous ceux que nous avons eu l'occasion de manœuvrer.

Tout cet ensemble est fixé sur une planchette, comme le montre la *fig.* 110.

2° En avant de ce dispositif, est fixé l'objectif à projection, de foyer plus ou moins long suivant le recul dont on dispose.

3° En arrière et à la distance voulue est placée la source lumineuse, la lanterne à projection; celle-ci porte à l'avant un conden-

sateur, une forte lampe à pétrole et un réflecteur; le tout glisse dans une coulisse pour la mise en place.

Mais avec cet éclairage on ne peut obtenir que des images peu étendues, et il y a lieu de remplacer la lampe à pétrole par un foyer lumineux plus puissant : on peut alors substituer au pétrole l'acétylène. Dans ce cas le condensateur ordinaire est remplacé par un autre, d'un type spécial, dit *condensateur à eau;* celui-ci se compose d'un ballon de verre que l'on remplit d'eau, disposition déjà proposée par MM. Lumière. Si l'on veut faire usage de la lumière électrique, on remplacera la lanterne construite pour cet appareil par une grande lanterne disposée à cet effet.

Aléthorama, nouvel appareil cinématographique (système P. Mortier). — Réduit à ce qu'il a d'essentiel, l'appareil se compose d'un tambour C tournant sur un bâti, au moyen d'un arbre horizontal xy (*fig.* 114). Ce tambour présente sur tout son pourtour cylindrique extérieur une série de petites fenêtres, et c'est sur ce pourtour fenêtré que s'enroule la pellicule impressionnée, comme le ferait une courroie de transmission sur la jante de sa poulie.

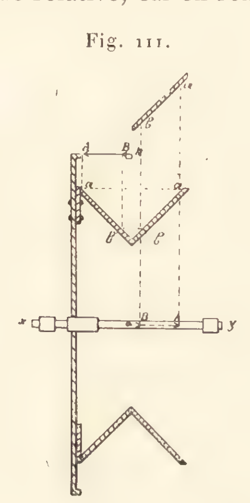
Une série de miroirs angulaires SS, en nombre égal à celui des fenêtres, et formés chacun par la réunion de deux glaces, complète le système; ces miroirs angulaires, que nous inclinons à 90° l'un par rapport à l'autre, sont disposés en cercle, faisant corps avec la masse du tambour ou fixés à elle par des pattes d'une façon quelconque.

L'ensemble représente donc un tambour polygonal concentrique au tambour fenêtré et faisant corps avec lui. Chaque miroir angulaire comprend deux faces réfléchissantes, perpendiculaires au plan de la *fig.* 111, qui est une section diamétrale passant par le centre d'une des fenêtres. Leur intersection est une droite traversant normalement le plan de la figure.

Dans ces conditions, tout cliché encadré par une fenêtre du tambour donnera naissance, en vertu du principe des miroirs angulaires, à une image virtuelle rectangulaire parallèle, retournée par rapport à l'image qui serait produite sur un miroir unique ordinaire, et dont l'axe de symétrie coïncide rigoureusement avec

l'axe de rotation lui-même xy (*fig.* 111); de sorte que, pendant que le cliché, entraîné en cercle par le tambour, se meut rapidement, son image, au contraire, est immobile sur l'axe. Cette immobilité toutefois n'est que relative, car en réalité seul l'axe de symé-

Fig. 111.



trie de l'image qui se confond avec l'axe de rotation est immobile, les autres parties de l'image subissant un mouvement de bascule général autour de cet axe de symétrie immobile.

Néanmoins, quand l'amplitude angulaire du mouvement de rotation est suffisamment faible, quelques degrés par exemple, l'image, malgré son mouvement de bascule, peut être considérée comme devant être immobile par rapport à un point situé à une distance assez grande de cette image, et placé sur la perpendiculaire menée par le centre de cette image, normalement à son plan dans sa position moyenne.

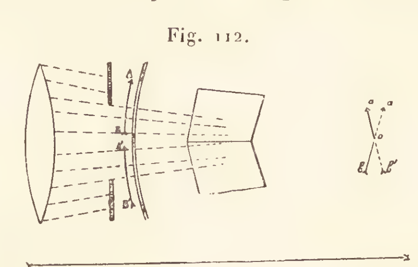
C'est pour cette raison qu'un objectif de projection, placé sur cette perpendiculaire, formera sur un écran une image vraie, pratiquement immobile et sans déformation de la figure qui donne naissance à l'image virtuelle.

Si plusieurs clichés successifs, correspondant à plusieurs fenêtres contiguës, sont éclairés en même temps par le condensateur de la lanterne, un certain nombre d'images virtuelles pourront coïncider sur l'arbre de rotation, et par conséquent être projetées sur le

tableau simultanément. On conçoit, dès lors, que la suite des clichés constituant une même scène puisse être reproduite sur l'écran, non seulement sans aucune discontinuité, ni éclipse, mais même avec coexistence des vues les unes avec les autres. Une telle coexistence pourrait avoir pour conséquence une confusion de lignes et un manque général de netteté; mais il est aisé d'y remédier en limitant la zone éclairée de la surface du tambour à un rectangle correspondant à la dimension d'une fenêtre, plus le barreau de séparation entre les deux fenêtres.

Toutes les parties de la pellicule parcourront alors successivement la zone éclairée, et l'on a sur l'écran tantôt deux portions de deux vues successives, qui se complètent l'une l'autre, sans

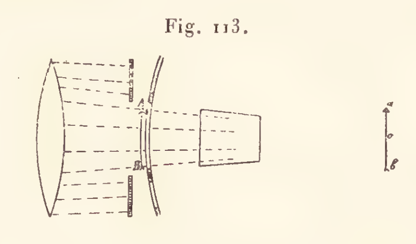
Fig. 112.



aucune séparation visible (*fig.* 112), tantôt une seule vue complète (*fig.* 113).

L'image virtuelle *a'ob* (*fig.* 112) se compose de l'image partielle *a'o*, de la moitié supérieure éclairée du cliché A'B' et de l'image

Fig. 113.



partielle *ob*, de la moitié inférieure éclairée du cliché AB. Les deux portions se complètent, et par l'objectif donnent sur l'écran une image réelle complète (*fig.* 117).

Si le diaphragme est trop petit, on a une bande noire (*fig.* 115);

s'il est trop grand, on a une bande double et confusion (*fig.* 116).

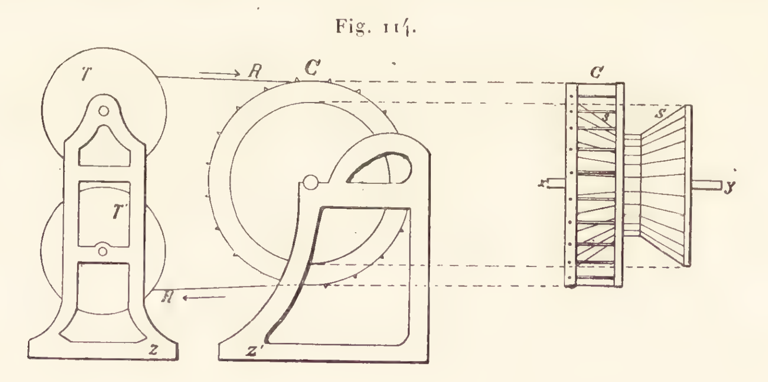
Dans ces conditions, si le faisceau éclairant est rigoureusement délimité par un diaphragme rectangulaire convenable, et si le diamètre utile de l'objectif lui permet de recevoir dans tous les cas les rayons émanant des portions simultanément éclairées de deux clichés voisins, aucune discontinuité, aucune variation d'éclat, aucun scintillement ne peuvent être perceptibles dans la projection.

Il faut donc régler convenablement l'admission de la lumière, pour qu'il n'y ait plus sur l'écran des parties plus éclairées qui donneraient une ligne plus claire, et des parties moins éclairées qui donneraient une ligne plus sombre.

Il faut aussi avoir un repérage exact des vues par rapport aux fenêtres du tambour.

Il nous reste à dire pourquoi le miroir angulaire s'impose : un miroir unique, en effet, formerait bien l'image immobile voulue,

Fig. 114.



mais l'objectif capable de projeter l'image ne saurait être en face de cette image qu'à la condition de se trouver précisément sur le parcours en retour des rayons lumineux incidents, ce qui est impossible à réaliser; de là l'emploi de deux miroirs angulaires qui reflètent l'image parallèlement aux rayons incidents, ainsi que le montre la *fig.* 111.

La *fig.* 114 montre le tambour complet et l'ensemble de l'appareil.

On voit dans la *fig.* 114 les fenêtres et les miroirs angulaires SS, les tambours T et T′ d'enroulement et de déroulement de la pellicule R, ainsi que les bâtis Z et Z′.

Sur le bâti Z′ est placé l'objectif qui donne la projection lumineuse. Au moyen d'une manivelle qui s'adapte sur l'un ou sur l'autre des axes T ou T′, on donne le mouvement à la pellicule dans un sens ou dans l'autre.

Le même appareil qui, par les propriétés optiques d'un objectif de projection, permet de reconstituer sur un écran des images réelles des clichés successifs, permet aussi, par le jeu du globe de l'œil, de produire l'impression sur la rétine, qui n'est en somme qu'un écran. L'œil, placé sur la même ligne normale où nous avons supposé placé l'objectif de tout à l'heure, voit distinctement

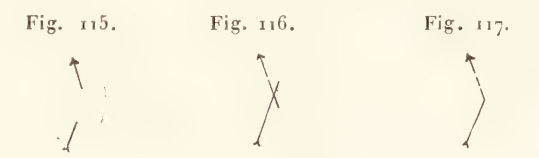


Fig. 115. Fig. 116. Fig. 117.

et en vraie grandeur l'image virtuelle de chaque cliché. Il peut aussi la voir amplifiée par l'interposition d'une lentille grossissante.

Inutile d'ajouter que par le doublement de l'appareil, il peut devenir stéréoscopique et donner l'impression du relief.

Enfin le même système, grâce au principe de la réversibilité optique, peut servir à enregistrer photographiquement une scène animée quelconque. L'objectif devient alors un objectif photographique et une bande sensible se trouve substituée à la bande impressionnée. Par le jeu des mêmes miroirs qui donnaient sur l'écran fixe des images vraies pratiquement immobiles et sans déformation, les points immobiles de la scène à reproduire impressionnent pendant un certain temps les mêmes points de la plaque sensible, l'image accompagnant la bande dans son mouvement circulaire sans aucun mouvement relatif par rapport à elle.

Il ne reste plus qu'à isoler par des cloisons noircies les différents couples de miroirs, à placer le tout dans une chambre noire étanche à la lumière, et à y adjoindre un système obturateur réduisant le temps de pose relatif à chaque cliché, et l'on aura réalisé un excellent appareil d'enregistrement cinématographique.

Au point de vue construction, l'appareil présente cet énorme

avantage de se composer d'une seule et unique pièce tout à fait indéréglable.

Pas de ressorts, pas de rouleaux, aucun de ces organes qui rendent délicat le fonctionnement des appareils similaires et contribuent à la détérioration des pellicules.

Celles-ci, après un service de plusieurs mois, sont encore absolument exemptes de rayures.

Voilà, dans son ensemble, l'aléthorama qui constitue, soit par son principe entièrement nouveau, soit par sa construction, un progrès sérieux sur ce qui a été fait en Cinématographie jusqu'à ce jour.

CHAPITRE III.

MANIPULATIONS DIVERSES ET MANOEUVRE DES APPAREILS.

Quel que soit le modèle d'appareil adopté, il est indispensable de se mettre dans des conditions déterminées pour en obtenir tous les effets qu'ils sont susceptibles de donner. Nous allons donc examiner successivement ce qu'il convient de faire dans la prise des négatifs, dans le tirage des positives, et dans la projection des images agrandies.

NÉGATIFS.

Il est bien difficile de donner des règles pour le choix du sujet, il s'impose de lui-même. Cependant on sait par expérience que les très grandes scènes sont difficiles à rendre convenablement, et d'une manière générale le cadre de la vue doit être assez peu étendu, et surtout très nettement limité.

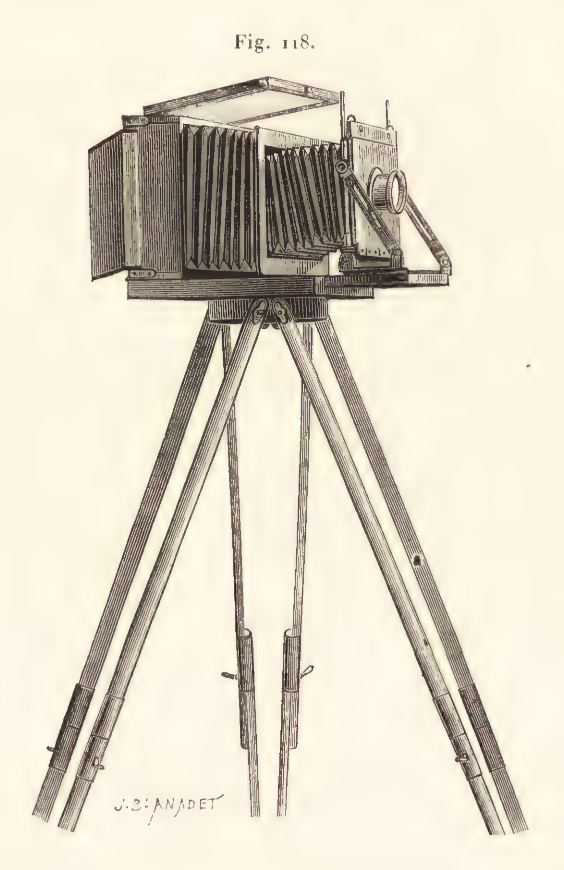
La mise au point se fait en général une fois pour toutes, la brièveté du foyer des objectifs employés permet ce réglage préalable, et comme il est assez long et difficile, on serait souvent embarrassé s'il fallait l'exécuter sur le terrain.

Il en est tout autrement, bien entendu, si l'on a à reproduire une scène d'intérieur; là, au contraire, on met en œuvre un objectif à plus long foyer, et il faut de toute nécessité ne faire la mise au point que sur le sujet lui-même.

Une des conditions essentielles est de bien assurer tout d'abord la rigidité absolue de l'appareil, et le pied doit être choisi parmi les plus robustes.

L'ancien pied à triangle (*fig.* 118) est sans contredit le meilleur système, à la condition de le prendre en chêne suffisamment épais.

Fig. 118.



M. Gaumont a combiné un pied spécial (*fig.* 119) qui remplit bien toutes les conditions voulues.

Tout étant disposé convenablement, il ne reste plus qu'à faire passer la pellicule en tournant la manivelle.

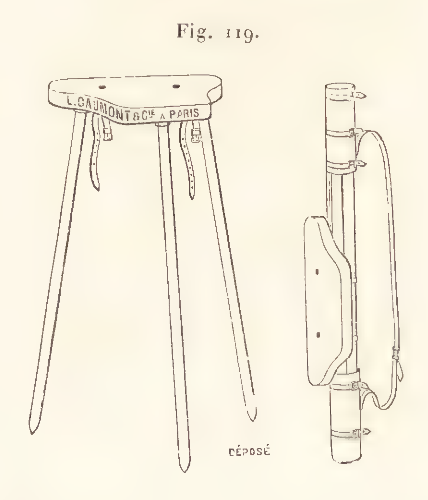
A quelle vitesse convient-il de tourner? C'est là une chose assez difficile à déterminer pour tous les cas qui peuvent se présenter, et qui peut varier dans des limites assez étendues, suivant le sujet et l'éclairage.

Dans aucun cas il ne faut descendre au-dessous de quinze

épreuves par seconde, et l'on ne devra jamais dépasser trente. En général, un nombre de vingt à vingt-cinq épreuves par seconde est largement suffisant pour donner plus tard à la projection une bonne reconstitution du mouvement.

Il est ordinairement facile d'appliquer à chaque modèle d'appareil ces indications générales, cependant nous croyons utile d'entrer dans quelques détails spéciaux à certains d'entre eux; il sera toujours possible, par analogie, d'appliquer ces mêmes règles

Fig. 119.



à ceux qui se rapprochent de tel ou tel modèle, c'est-à-dire aux appareils à griffes et aux appareils à tambour.

L'appareil Demeny nous servira d'exemple pour les appareils à tambour, et nous insisterons sur le chargement et la mise en place de cet instrument, car il sera souvent employé dans les recherches de laboratoire, et du reste les précautions que nous aurons à prendre dans ce cas s'appliquent à tous les autres modèles du même genre.

Avec les mêmes précautions que l'on prend pour charger de plaques sensibles les châssis d'un appareil photographique ordinaire, c'est-à-dire dans une chambre noire éclairée seulement par une lanterne à verres rouge-rubis foncé, on charge les bobines destinées à porter les bandes de pellicules.

On colle tout d'abord au bout libre de la pellicule, sur une longueur de 1^{cm} environ, l'une des extrémités d'une bande de papier noir, dont l'autre, taillée en pointe, est enfoncée de 4^{cm} ou 5^{cm} dans la fente de la bobine. On enroule le tout, le papier d'abord, la pellicule ensuite, dans le sens inverse des aiguilles d'une montre (c'est-à-dire de droite à gauche), la face émulsionnée en dehors, présentant vers le haut le trou de la bobine qui porte une goupille, et l'on serre fortement la pellicule.

Quand on est au bout de la pellicule, qui peut avoir à volonté 3^{m} ou 5^{m}, on colle à son extrémité, toujours sur 1^{cm} environ, une autre bande de papier noir et l'on continue l'enroulement. Dès qu'il est achevé, on maintient la bande serrée sur la bobine à l'aide d'un anneau de caoutchouc.

La pellicule, ainsi enroulée entre deux bandes de papier noir, se trouve à l'abri de la lumière et peut être portée au jour, et toutes les bobines chargées peuvent être mises dans le coffre de l'appareil.

Lorsque l'appareil est au complet, c'est-à-dire lorsque la monture de l'objectif est adaptée à la caisse de bois rectangulaire contenant le mécanisme chronophotographique, on le dresse sur le pied et l'on procède à la mise au point du sujet.

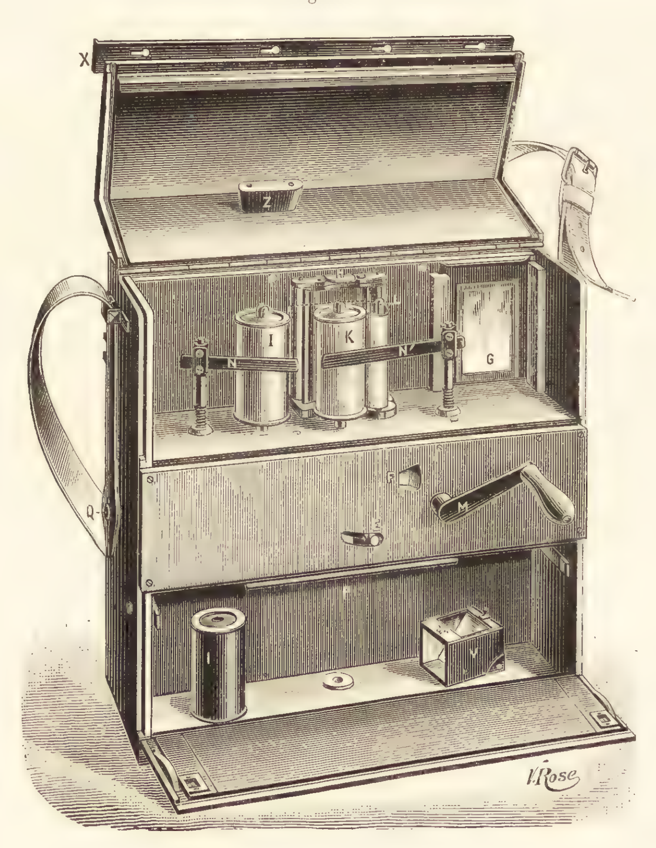
Pour cela on ouvre la partie supérieure de la boîte rectangulaire (*fig.* 120), en tirant sur le côté la réglette métallique à œillets X, puis on remplace le guichet opaque H, qui correspond au fond de la chambre noire, par un cadre G supportant une pellicule dépolie qui se trouve dans le coin à droite de la boîte rectangulaire. La mise au point se fait sur cette pellicule dépolie par les procédés ordinaires et sous le voile noir.

Pour être sûr que la fenêtre du disque se trouve derrière l'objectif, un cran d'arrêt B permet d'arrêter le disque obturateur dans une position convenable. Il suffit pour cela de tourner vers le haut le bouton qui se trouve à l'angle gauche inférieur de la boîte (côté de l'objectif) et de faire tourner lentement la manivelle jusqu'à ce que l'on entende un ressort tomber dans le cran d'arrêt. Cela fait, on appuie sur le bouton d'ouverture des volets du disque A, après avoir tourné la bague C au maximum d'ouverture de ceux-ci.

Une fois la mise au point faite, on retire la glace dépolie et l'on remet le guichet opaque H.

Alors et toujours sous le voile noir, on enfile une bobine chargée sur l'axe vertical de gauche I et une bobine libre sur l'arbre


Fig. 120.

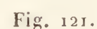


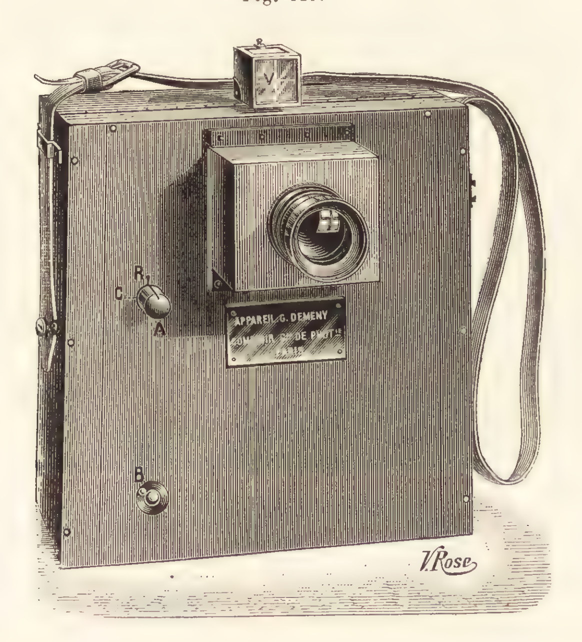
vertical de droite K; on met le compresseur sur la bobine de gauche I, puis on déroule suffisamment de la bande de papier noir pour la faire passer : 1° devant le volet opaque H; 2° en avant de la tige excentrique L, puis derrière la bobine réceptrice K, pour engager l'extrémité dans une des fentes de cette bobine et de façon à l'enrouler en sens inverse de la bobine magasin, comme

l'indique la *fig.* 121. On tourne cette bobine à la main, de façon à faire enrouler le papier noir de deux ou trois tours, on met le compresseur et l'on ferme le couvercle.

L'appareil est alors prêt à fonctionner.

On engage la manivelle M dans le pignon qui se trouve à l'arrière de la boîte rectangulaire; on s'assure que le disque est


Fig. 121.



libre en tournant vers le bas le bouton d'arrêt B et en poussant de droite à gauche le verrou d'embrayage E qui est à côté de la manivelle.

Suivant le jour dont on dispose, on règle l'ouverture de la fente du disque en faisant tourner devant son repère R la virole de cuivre graduée C, qui est montée sur l'axe du bouton d'embrayage A. Le chiffre le plus élevé indique la plus grande ouverture. En poussant à fond le bouton de bois A, on tient l'obturateur déclenché, c'est-à-dire sa fente ouverte à l'ouverture qu'on a voulu lui donner.

L'obturation se fait, en réalité, par le passage, devant cette fente, d'un disque plein muni d'une fenêtre.

Le temps de pose est d'autant plus court que l'ouverture de la fente de l'obturateur est plus étroite et que le mouvement de rotation du disque est plus rapide.

On pourra donc modifier la durée du temps de pose à son gré, en faisant varier ces deux facteurs, sans compter que l'on peut encore, au besoin, diminuer la luminosité de l'objectif par son diaphragme iris.

Étant donné encore qu'un tour de manivelle donne quatre images, on peut savoir combien l'on prendra d'épreuves à la seconde en comptant le nombre de tours que l'on fait effectuer à la manivelle pendant ce laps de temps.

La mise au point étant faite, le diaphragme iris de l'objectif disposé de préférence à la plus grande ouverture, celle de l'obturateur étant réglée et l'appareil chargé, on débouche l'objectif et l'on tourne la manivelle à la vitesse que l'on a jugé convenable de lui donner, et, quand son mouvement semble réglé, on appuie fortement, avec la paume de la main, sur le bouton A, de manière à le faire rentrer à fond dans son logement; à cet effet, on maintiendra bien l'appareil en le plaçant à sa gauche et en l'étreignant sous l'avant-bras.

Quand on sent, en tournant la manivelle, une résistance moindre qu'au départ, ce qui indique que la bande est passée d'une bobine sur l'autre, on lâche le bouton.

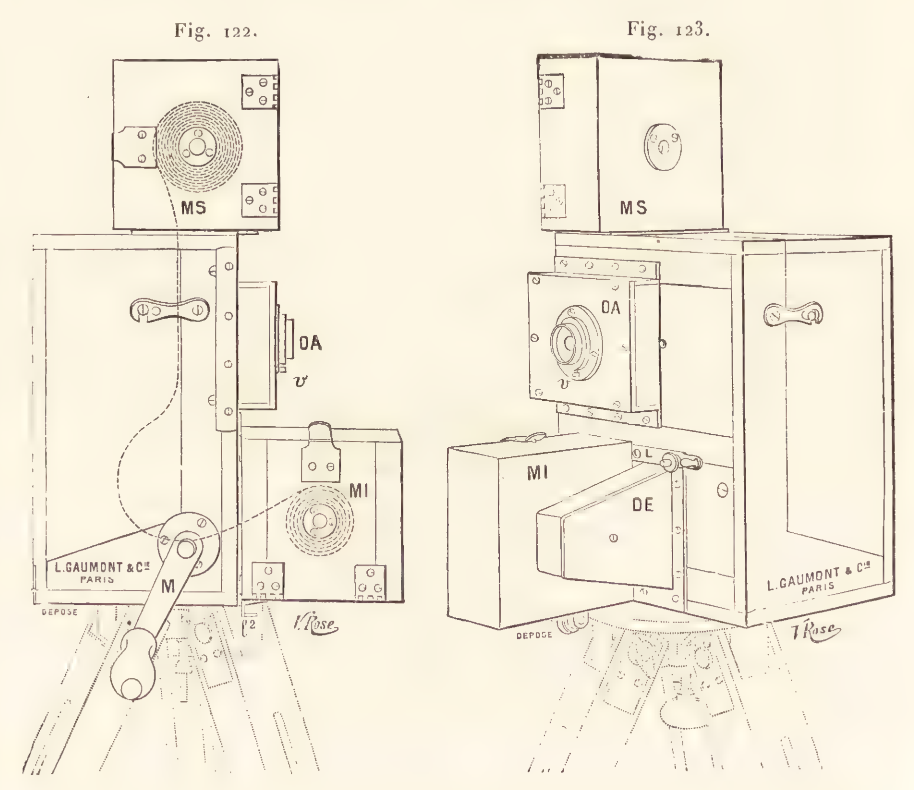
S'agit-il de prendre différentes séries sur une même bande, on opère comme précédemment, mais en lâchant brusquement et reprenant le bouton pour arrêter une série et en recommencer une autre, au moment que l'on désire, en se rappelant bien que les images se prennent tant que l'on appuie sur le bouton d'embrayage et que l'on tourne la manivelle.

Pour décharger l'appareil, une fois les poses faites, il faut ouvrir le couvercle rectangulaire, en tirant sur le côté la réglette X, écarter le compresseur de la bobine réceptrice K, enlever celle-ci en la serrant en son milieu avec les doigts, lui passer un anneau de caoutchouc pour maintenir le rouleau serré, et la placer dans le compartiment de la boîte rectangulaire servant de magasin.

APPAREILS A ROULEAUX.

Dans ceux-ci, la mise en place de la pellicule est un peu différente, mais elle ne présente aucune difficulté. Ainsi, dans le modèle de 35^{cm} de M. Demeny, deux boîtes (*fig.* 122 et 123) con-

Fig. 122. Fig. 123.



tiennent la pellicule; celle fixée sur l'appareil MS porte le rouleau de pellicule roulée à l'avance sur un axe qui tourne librement sur ses tourillons, de là elle descend dans l'appareil proprement dit, passe devant l'objectif OA, puis sur le cylindre à chevilles pour aller s'enrouler à nouveau sur l'axe porté dans la boîte MI que commande un mouvement relié à l'axe principal et contenu dans la boîte DE.

APPAREILS A GRIFFES.

Système Lumière. — Voici, d'après MM. Lumière, quels sont les accessoires nécessaires pour l'obtention des négatifs.

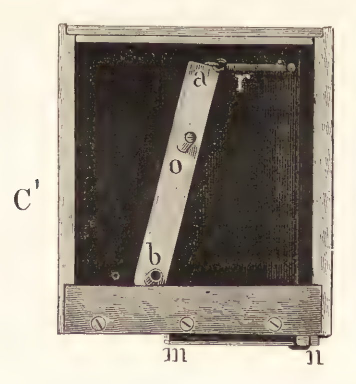
1. *Un pied à trois branches.* — Celui-ci doit être d'une extrême solidité, car il faut à tout prix éviter le moindre mouvement de l'appareil, sans cela les images ne seront pas fixes, et les fonds danseront sur la toile.

Le pied à triangle est le plus solide, mais ses branches doivent être renforcées et doivent être absolument rigides.

Les pieds à coulisse ordinaires sont insuffisants.

2. *Boîte-châssis.* — Celle-ci (*fig.* 124) est une boîte en noyer CC′ fermée d'un côté par un volet à coulisse. Dans le fond opposé

Fig. 124.



au volet est fixée une tige O qui soutient la pellicule; autour de cette tige pivote un levier coudé *ab* sollicité par un ressort à boudin *r*. Dans l'angle droit inférieur a été ménagée une fente étroite garnie de velours. Cette boîte se place sur le cinématographe au moyen d'une patte *mn* qu'on engage dans une coulisse ménagée en regard du volet presseur. La boîte-châssis sert à contenir la pellicule avant son utilisation, pendant le transport de l'appareil.

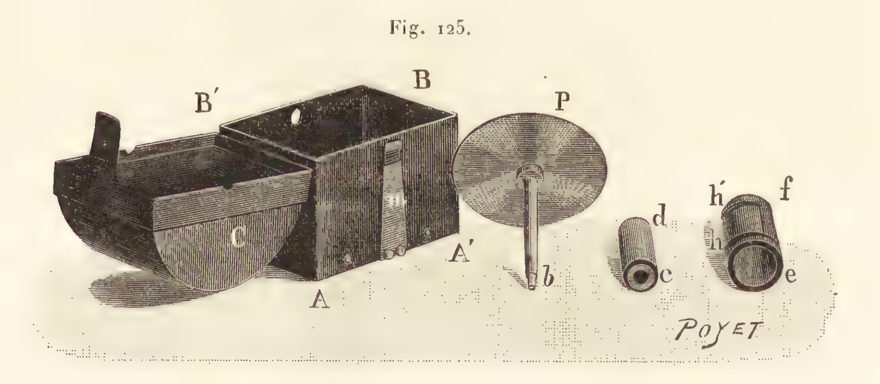
3. *Boîte réceptrice* (*fig.* 125). — Celle-ci est complètement métallique, elle est destinée à recueillir la pellicule sensible à mesure qu'elle se déroule devant l'objectif.

Elle s'ouvre en deux parties mobiles autour d'une charnière; vers la partie inférieure AB′ de la face plane opposée au couvercle, se trouve une large cavité semi-cylindrique qui se continue intérieurement par une gaine, laquelle vient déboucher à la partie supérieure interne de la boîte.

Celle-ci est en outre traversée de part en part par un axe en acier *b*, légèrement conique, terminé à gauche par un large disque circulaire P, qu'un ressort *m* fait appuyer constamment contre le rouleau de friction de l'arbre du cinématographe lorsque la boîte est en place.

Sur cet axe et intérieurement à la boîte s'ajuste, à frottement dur, un cylindre en cuivre *cd*, garni extérieurement de caoutchouc. Un manchon *ef*, de diamètre beaucoup plus grand, peut rouler

Fig. 125.



autour de ce cylindre. Il est muni aux deux extrémités d'une génératrice de deux agrafes *h*, *h′*, en cuivre, servant à attacher la pellicule. Ce dispositif particulier a pour objet d'établir entre le manchon et le cylindre une sorte de broutage grâce à l'adhérence fournie par la garniture de caoutchouc, de telle sorte que le manchon enroule seulement la portion de pellicule cédée progressivement par les griffes d'entraînement du cinématographe.

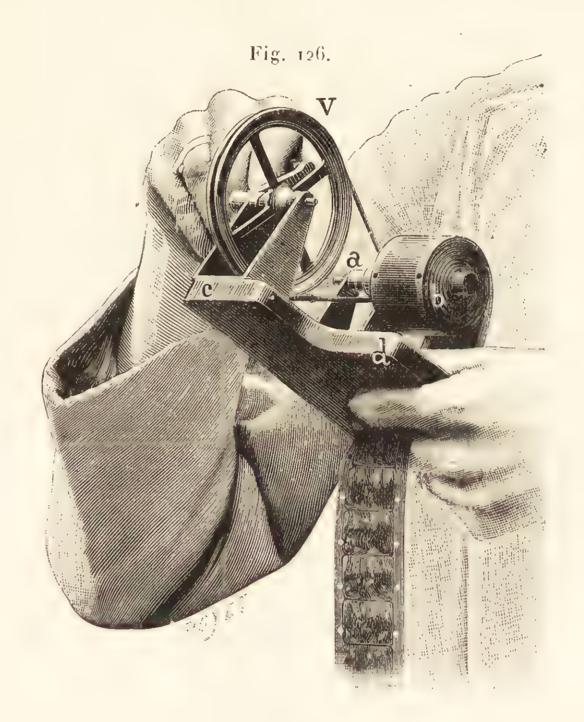
Quand la pellicule est complètement enroulée, elle forme un

rouleau compact occupant toute la capacité interne de la boîte.

La boîte réceptrice s'adapte sur le volet du cinématographe immédiatement au-dessous de la glace-presseur. Cette adaptation se fait au moyen de deux tenons vissés sur le volet et qui embrassent une languette placée vers le haut de la bobine réceptrice. Deux épaulements du volet soutiennent la boîte par le bas.

4. *Bobineuse.* — La bobineuse (*fig.* 126) facilite l'enroulement des pellicules; V est un volant mis en mouvement à la main au moyen

Fig. 126.



d'une manivelle; ce volant commande, par l'intermédiaire d'un cordon de cuir, une sorte de treuil *ab* terminé d'un côté par un cylindre creux fendu dans toute sa longueur suivant une génératrice. Une planchette *cd* en noyer, qu'on tient dans la main gauche, supporte le tout; en regard du cylindre creux, cette planchette est munie d'une ouverture garnie de velours. Le bout de la pellicule, d'abord introduit dans cette ouverture, vient s'engager dans

la fente du treuil. On tourne alors le volant de la main droite, d'une façon régulière, jusqu'à ce que la pellicule soit enroulée. Pendant cette opération il faut avoir soin de guider la pellicule au-dessous de la planchette, au moyen de l'index et du majeur de la main gauche, afin d'éviter les torsions qui pourraient provoquer des déchirures irrémédiables. C'est ce qu'indique la *fig.* 126.

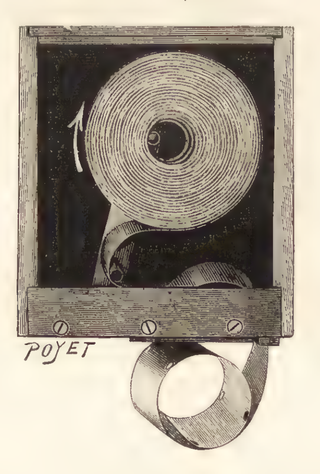
Manipulations. — Les manipulations nécessaires pour l'obtention des négatifs comprennent :

A. — Introduction de la pellicule sensible dans la boîte-châssis.
B. — Mise au point.
C. — Mise en place de la pellicule dans l'appareil et fonctionnement de celui-ci.

A. *Introduction de la pellicule.* — Pour exécuter cette opération, il faut tout d'abord, au moyen de la bobineuse, dérouler la pellicule sensible à nouveau en prenant pour bout intérieur son extrémité libre, *le côté sensible étant placé en dedans.*

Cela fait, on place le rouleau de pellicule dans l'axe central de la

Fig. 127.



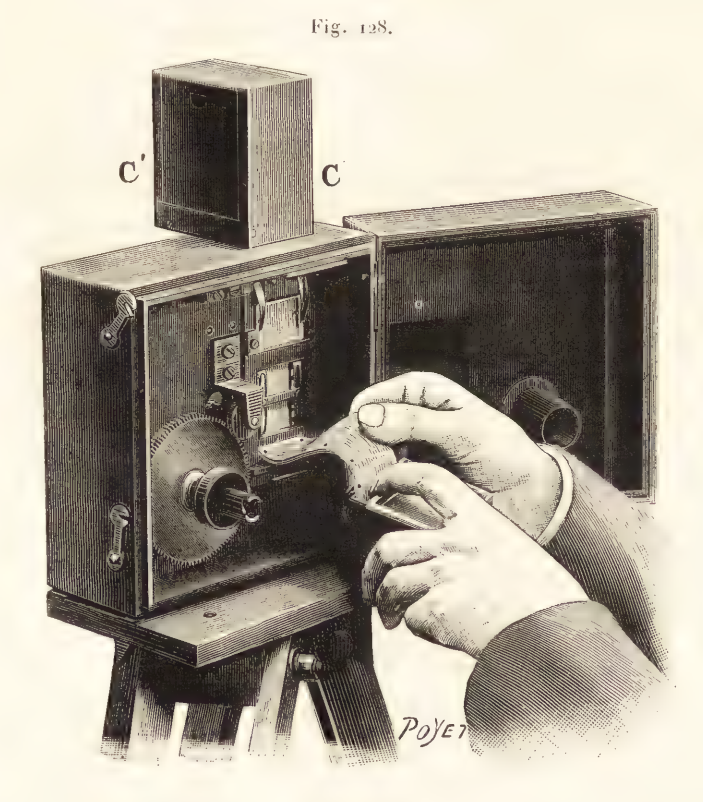
boîte, de telle sorte que le sens du déroulement soit celui du mouvement des aiguilles d'une montre (*fig.* 127). On replie l'extrémité de la bande vers la gauche, de façon qu'elle entoure le levier

coudé, puis on la ramène à droite en l'engageant dans la fente garnie de velours.

On a soin de laisser passer le bout de quelques centimètres. On referme la boîte-châssis au moyen du volet coulissant et l'on assure la fermeture avec le taquet de sûreté placé sur la face supérieure. Bien entendu, cette opération doit être faite dans le cabinet noir.

B. *Mise au point.* — La mise au point est toujours une opération des plus délicates, et demande à être faite avec le plus grand

Fig. 128.



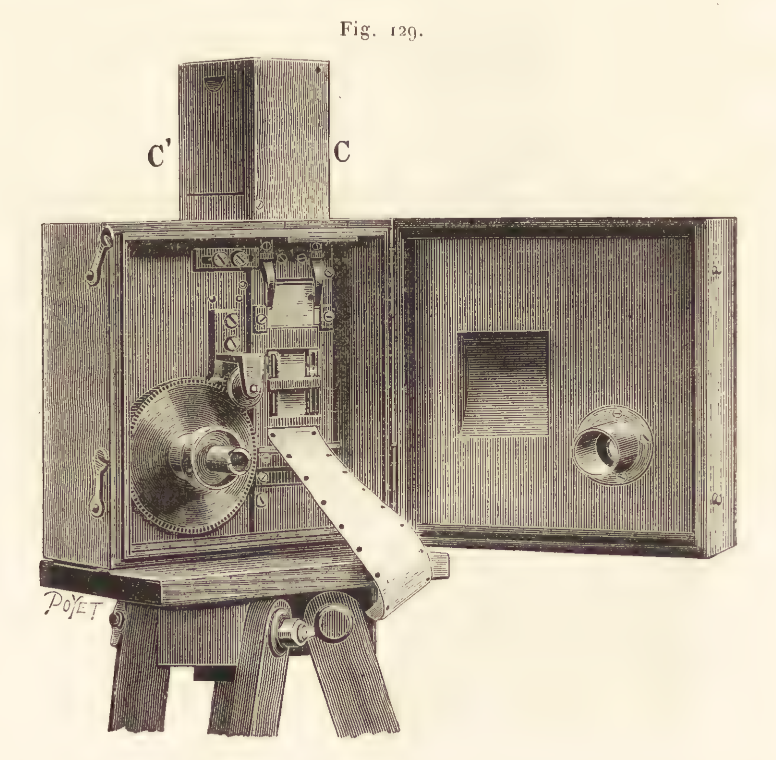
soin. En général, cette mise au point se fait sur des objets placés à 3m environ de l'appareil; au delà de cette distance tous les objets sont au point, et en deçà ils conservent encore une netteté suffisante à 4m de distance.

On règle la mise au point sur un fragment de celluloïd dépoli, en s'aidant d'une loupe assez forte.

Il est bon de repérer exactement le tirage de l'objectif, de façon à éviter tout tâtonnement lorsque l'on est sur le terrain. Ce ne sera que dans le cas d'une scène à courte distance qu'il y aura lieu de modifier la mise au point, mais c'est là un cas exceptionnel.

On règle ensuite le diaphragme suivant la lumière, en cherchant

Fig. 129.

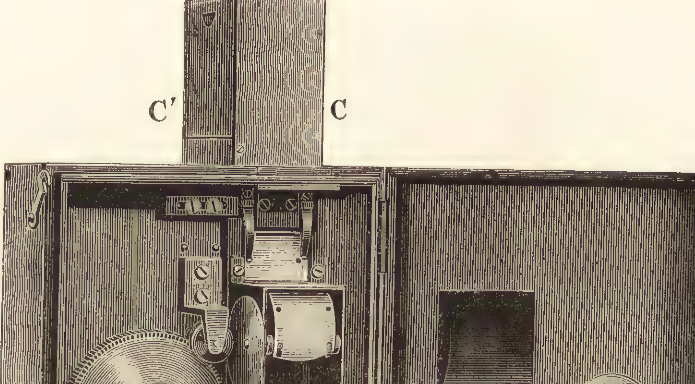


toujours à diminuer le plus possible l'ouverture de ce diaphragme; et cela pour gagner plus de netteté. Ce n'est qu'exceptionnellement, dans le cas de sujets à mouvements très rapides, que l'extrême netteté est plutôt nuisible; car elle donne des mouvements saccadés sur la toile, et un peu de flou atténue ce défaut.

Enfin, question essentielle, on cherche à encadrer le mieux possible la scène à reproduire.

Remarque. — Il est important de vérifier avant toute chose la position de l'obturateur. Celui-ci se compose de deux disques; l'inférieur ne doit jamais être dérangé de la position qui lui est assignée par la goupille de repérage. Quant à l'autre, on doit, pour l'obtention des négatifs, l'orienter de façon telle que, rapproché du premier, il forme avec lui un demi-cercle complet, ce que l'on

Fig. 130.

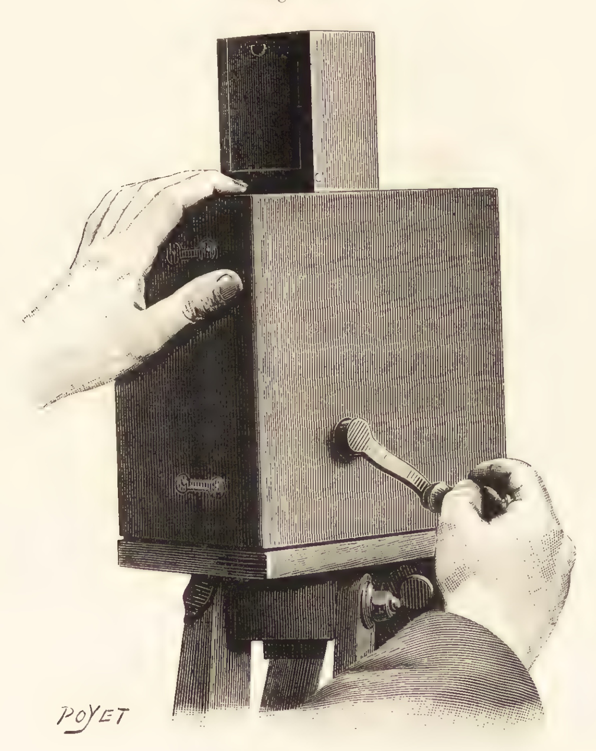


devra obtenir en le faisant tourner dans le sens des aiguilles d'une montre et non en sens inverse. C'est la position que l'expérience démontre être la meilleure dans tous les cas.

C. *Mise en place de la pellicule.* — On rabat vers le bas le volet-porte presseur en dégageant le volet qui le maintient vertical. On place la boîte-châssis sur l'appareil en faisant glisser la

patte inférieure dans la coulisse *ad hoc* du cinématographe : la boîte mise en place, la pellicule qui en sort doit affleurer la gaine de velours. On tire sur la pellicule de façon à en faire sortir un fragment d'environ 25^{cm}. On introduit les griffes, qu'on a préalablement ramenées en haut de leur course, dans les trous de la perforation; on fait passer ensuite l'extrémité de la bande dans


Fig. 131.



l'ouverture ménagée dans le volet au-dessous des ressorts contre-griffes, et l'on relève le volet qu'on assujettit au moyen du verrou.

Il faut maintenant engager la pellicule dans la boîte réceptrice. A cet effet, on prend la boîte fermée dans la main gauche, et avec la main droite (*fig.* 128) on introduit le bout libre de la bande dans la cavité semi-cylindrique de la boîte, en le guidant avec l'index de la main gauche, et l'on pousse légèrement la pellicule,

jusqu'à ce que son extrémité débouche à la partie supérieure interne de la boîte.

On place alors la boîte dans le logement ménagé sur le volet, sur lequel elle est maintenue par les deux tenons supérieurs et l'épaulement inférieur. Dans cette position, la boîte-châssis doit recouvrir complètement les ressorts contre-griffes; le disque circulaire qui termine l'axe étant placé à gauche, on s'assure qu'il appuie efficacement sur le rouleau de friction.

On ouvre ensuite la boîte, on rabat vers le bas le couvercle demi-cylindrique; on tire à soi toute la portion de pellicule libre, et l'on engage les deux ouvertures extrêmes dans les agrafes du manchon inférieur (*fig.* 129); on enroule sur celui-ci toute la pellicule libre, en serrant fortement, et l'on referme la boîte.

L'appareil est prêt à fonctionner (*fig.* 130). On ferme alors la porte d'arrière du cinématographe, on introduit la manivelle dans l'ouverture ménagée vers le bas, à gauche; puis, au moment voulu, on tourne la manivelle à raison de deux tours par seconde, en ayant soin de maintenir fortement l'appareil de la main gauche (*fig.* 131) en pressant sur le pied, afin d'éviter les trépidations.

Lorsque la bande est complètement déroulée (ce qu'on reconnaît à la diminution de résistance et au bruit particulier que produisent les griffes), on retire la boîte réceptrice.

Précautions à prendre. — Pour éviter les accidents pendant l'obtention des négatifs, il est indispensable de suivre les prescriptions suivantes :

1° S'assurer que la pellicule glisse librement, sans secousses, dans sa gaine de velours.

2° Vérifier l'état de propreté de la fenêtre qui se trouve devant la glace-presseur. Il arrive parfois que le velours s'effile, et les brins qui s'en détachent pourraient marquer sur chacune des images du négatif.

3° La glace-presseur doit appuyer modérément sur la pellicule. Régler la pression au moyen des ressorts qui la maintiennent.

4° Nettoyer soigneusement le velours de la gaine avec un blaireau pour enlever les poussières qui détérioreraient infailliblement la pellicule.

5° S'assurer que le côté sensible (côté mat) de la pellicule est bien dirigé vers l'objectif et, par conséquent, le côté brillant vers l'opérateur.

6° Après l'obtention de chaque négatif, enlever, au moyen d'une spatule de bois, les grains d'émulsion qui adhèrent souvent à la cavité semi-cylindrique de la boîte réceptrice.

7° S'assurer de la parfaite adhérence du rouleau de friction avec le disque circulaire de la boîte réceptrice. On peut augmenter cette adhérence, s'il y a lieu, avec une légère couche de cire étendue sur le rouleau de friction.

8° Ne jamais s'arrêter au milieu d'une opération, car à la reprise du mouvement il pourrait se présenter des difficultés pour le rebobinage.

Développement des négatifs. — Le développement des longues bandes de film (elles atteignent quelquefois 60^{m}) est une opération difficile, qui demande à être faite avec beaucoup de précautions. Il faut, en effet, ne laisser jamais en repos la bande plongée dans le bain développateur, et aller assez vite pour bien égaliser la marche du développement; ces manipulations exigent une très grande décision de la part de l'opérateur; il ne lui est pas permis d'avoir la moindre hésitation.

Deux procédés peuvent être employés : le développement à la main dans de grands récipients, ou le développement au rouleau; l'un et l'autre donnent de bons résultats, et peut-être même le premier donne des résultats plus complets, à la condition d'employer des bains très abondants et très exactement dosés.

Tous les développateurs sont bons, à la condition d'être bien connus du manipulateur, mais en général on fait usage soit de diamidophénol, soit d'hydroquinone-métol.

Si l'on a fait choix du développateur au diamidophénol, on suivra les indications de MM. Lumière. Dans deux seaux en porcelaine ou en tôle émaillée et d'une dizaine de litres on prépare :

Eau bouillie	10^{lit}
Sulfite de soude anhydre	250^{gr}
Diamidophénol	50^{gr}

La pellicule, enroulée en bobine, est soutenue au-dessus du premier seau au moyen d'une tige cylindrique qui traverse l'orifice central de la bobine. Cette tige, un crayon par exemple, sera tenue à la main par un aide ou sera maintenue fixe, par un dispositif très simple, au-dessus du seau.

La pellicule est alors déroulée très rapidement, le plus vivement possible, et plongée au fur et à mesure qu'elle se déroule dans le développateur. Lorsque toute la pellicule est déroulée, on la fait passer, toujours très rapidement, dans le seau placé tout à côté du premier, en ayant soin de la faire glisser entre les deux doigts de manière à bien étaler sur toute sa surface la couche de liquide révélateur et de supprimer les bulles ou arrêt de développement qui auraient pu se produire. Il est donc indispensable que l'immersion dans le premier seau et le passage dans le deuxième se fassent aussi vite que possible.

On continue ensuite à faire passer la pellicule d'un seau à l'autre jusqu'à ce que le développement soit jugé suffisant.

Quand ce résultat est obtenu, on plonge la pellicule dans un troisième seau plein d'eau où elle se lave, s'arrangeant de manière à ce qu'elle sorte du deuxième seau du développateur pour être immergée dans l'eau, de telle sorte que le bout passant le premier dans l'eau soit celui qui a été plongé le premier dans le révélateur au début de l'opération. A cette condition le développement sera suffisamment uniforme sur toute la surface de la pellicule.

La pellicule lavée est passée dans un premier seau, et de là dans un deuxième seau d'hyposulfite de soude à 25 pour 100. Une fois fixée, elle est placée dans un seau de lavage où l'eau se renouvelle constamment et où elle séjourne plusieurs heures.

Si l'on mettait sécher la pellicule au sortir de l'eau, elle se recourberait en cornet et subirait une rétraction des plus nuisibles.

On évite cet inconvénient en passant la pellicule dans le bain suivant :

	lit
Eau	7,50
Alcool à 95°	2,50
Glycérine	0,25

On remplira deux seaux du liquide à glycérine et la pellicule

sera plongée successivement dans les deux récipients. Cette opération devra durer cinq minutes en tout.

La pellicule sera mise à sécher en la suspendant sur une baguette de bois dans un endroit sec, et à une température de 20° à 25°.

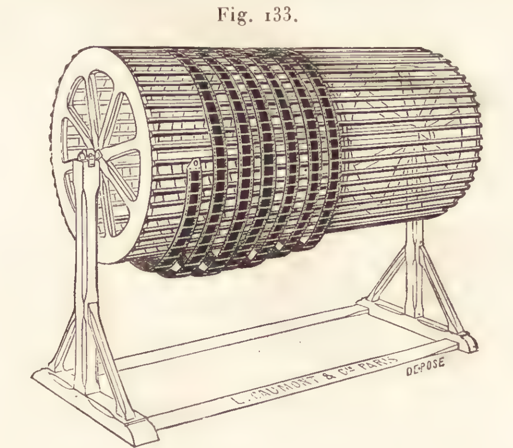
Quand elle sera sèche, on l'enroulera à l'aide de la bobineuse, et elle sera prête à être introduite dans le cinématographe.

Fig. 132.



Au lieu d'employer deux bains séparés et de faire passer la pellicule de l'un dans l'autre, ce qui n'est pas toujours sans danger,

Fig. 133.

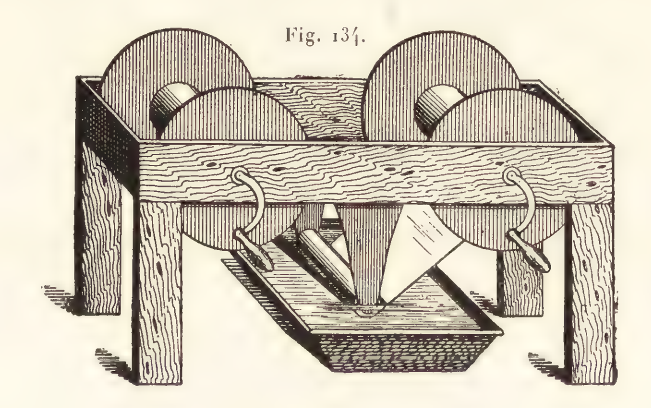


on peut faire usage d'un récipient beaucoup plus grand, 40^{lit}, et alors faire passer entre les mains la pellicule de façon à ne jamais l'enlever hors du bain; c'est ce que représente notre *fig.* 132.

De même, pour le séchage, on usera avec avantage du séchoir cylindrique de M. Gaumont. Celui-ci se compose (*fig.* 133) d'un bâti sur lequel tourne sur son axe un cylindre formé de baguettes clouées sur deux joues circulaires. Chaque baguette est elle-même arrondie de façon à diminuer le plus possible les points de contact avec la pellicule. Du reste, il ne faut pas oublier que la surface en contact direct avec le séchoir est composée de celluloïd et que cette substance n'absorbe pas d'eau; il n'y a donc pas à redouter des inégalités de séchage.

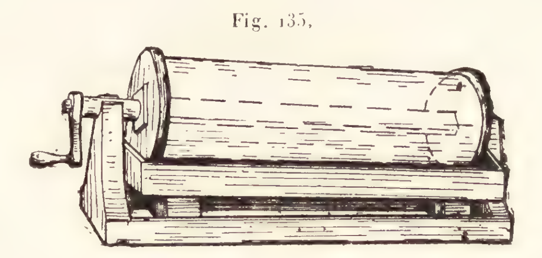
Développement à la machine. — M. Marey, pour le développe-

Fig. 134.



ment des épreuves, se sert de deux poulies de métal (*fig.* 134) munies chacune d'une manivelle et montées l'une à côté de l'autre

Fig. 135.



sur un bâti porté par quatre pieds. En se déroulant d'une bobine pour s'enrouler sur l'autre, la pellicule s'infléchit sous une tige de

verre placée au niveau des pieds. Cette tige plonge dans une cuvette qui contient le développateur. On fait passer la pellicule d'une bobine à l'autre autant de fois qu'il est nécessaire pour que le développement soit complet.

Plusieurs modèles de ce genre ont été établis, et la plupart des grandes maisons qui s'occupent de la fabrication des bandes de cinématographe emploient des appareils semblables.

L'appareil de M. Demaria (*fig.* 135) se compose d'un grand cylindre de verre de 30^{cm} de diamètre et $1^{m},20$ de long, monté sur deux axes ; il peut tremper par son tiers inférieur dans une cuve contenant le bain développateur.

Obtention du positif (système Lumière). — Pour obtenir un positif à l'aide d'un négatif, on fait usage d'une boîte-châssis à deux axes PP (*fig.* 136).

Autour de l'axe inférieur, on place le négatif *n* enroulé, la couche de gélatine en dehors, et autour de l'axe supérieur la pellicule sensible *p*, gélatine en dedans. Les deux bouts libres sont introduits dans la fente inférieure de la boîte. Cette opération est faite, bien entendu, dans le cabinet noir.

On procède ensuite sur les deux bandes réunies comme pour l'obtention des négatifs, avec cette différence que la pellicule destinée au positif est seule introduite dans la boîte réceptrice, tandis que le négatif se déroule extérieurement en passant par une ouverture ménagée vers le bas de l'appareil, dans le prolongement du volet. Pour opérer, on referme l'appareil, on dévisse l'objectif et l'on place devant l'ouverture, à une distance convenable, une source lumineuse, telle que bec de gaz, lampe à pétrole, etc.

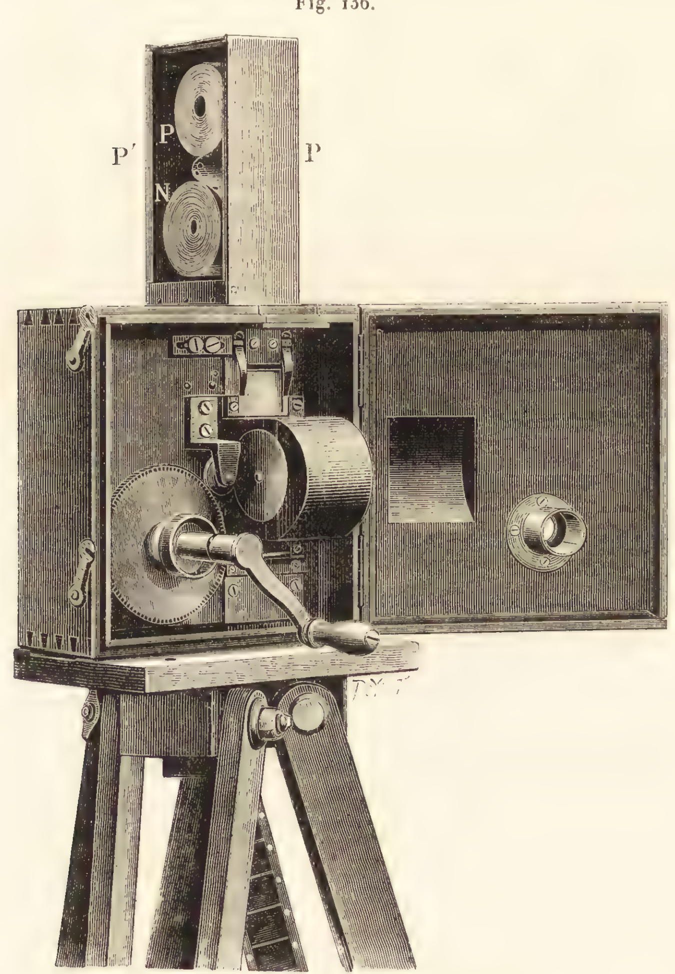
La distance à laquelle cette source de lumière doit être placée dépend de sa nature, de son intensité, de la vigueur et de la transparence du négatif. Il est donc difficile de rien préciser et quelques essais sont absolument nécessaires.

La lumière étant convenablement placée, il suffit de mettre l'appareil en mouvement. Le négatif sera recueilli dans une corbeille placé en avant du pied de l'appareil, tandis que le positif s'emmagasinera dans la boîte réceptrice.

M. Marey a organisé un système particulier pour tirer les images

positives ; il est représenté *fig.* 137. Une caisse de bois, peu profonde et s'ouvrant sur une de ses faces, porte sur la paroi op-

Fig. 136.

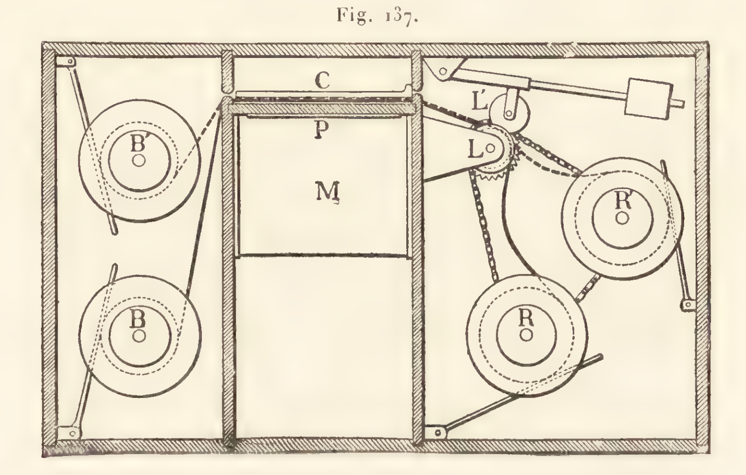


posée quatre broches destinées à recevoir les bobines. La pellicule négative, enroulée sur la bobine B et prolongée par une bande de papier opaque, est placée sur la broche inférieure de gauche. Le papier, déroulé sur une longueur de 60^{cm} environ, passe sur une plate-forme horizontale P, puis à travers un laminoir LL', et se

rend à la bobine réceptrice R. La pellicule sensible est chargée de la même manière sur la bobine B', la bande de papier qui la prolonge passe sur la plate-forme P au-dessus de la bande précédente, traverse le laminoir et se rend à la bobine réceptrice R'.

Un rouage d'horlogerie fait tourner le laminoir, dont les deux cylindres engrènent l'un avec l'autre et entraînent simultanément les deux bandes, puis les deux pellicules qui leur font suite. Le même rouage fait tourner à frottement doux les bobines réceptrices

Fig. 137.



sur leurs axes, de façon que chacune des pellicules s'y enroule au sortir du laminoir.

Sur la plate-forme P, ces deux pellicules glissent, appliquées l'une contre l'autre par un compresseur C formé d'une plaque de métal doublée de peluche. La plate-forme est percée en dessous d'une fente à ouverture réglable par laquelle la lumière arrive d'en bas et traverse la bande négative pour impressionner la pellicule sensible qui lui est superposée. Un miroir M incliné à 45° reçoit, quand la caisse est fermée, la lumière d'un bec Auer, à travers une fenêtre percée dans la paroi mobile de la caisse et munie d'un verre dépoli. L'appareil se charge en pleine lumière, grâce aux bandes de papier opaque qui recouvrent les bobines.

Quand l'appareil est clos, on met le rouage en mouvement et les bandes de papier cheminent et s'enroulent sur les bobines récep-

trices, puis la pellicule négative, celle qui va être impressionnée cheminent à leur tour, d'un même mouvement. Un regard, muni d'un verre rouge, permet de suivre la marche des pellicules; après elles, passent de nouveau des bandes de papier opaque, et quand celles-ci sont enroulées sur les bobines réceptrices et les protègent contre la lumière, on peut ouvrir l'appareil, enlever la pellicule positive et procéder à son développement.

Les images sont parfaitement nettes, ce qui montre que les deux pellicules ont été entraînées d'un mouvement égal.

A la suite de cette description, M. Marey ajoute les observations suivantes qui s'appliquent surtout à son chronophotographe, mais qui peuvent encore, jusqu'à un certain point, s'appliquer aux autres modèles de cinématographes.

Les épreuves positives ont bien des images équidistantes, mais par suite des différents développements qui ont été nécessaires pour obtenir d'abord la bande négative, puis la bande positive, un retrait des pellicules s'est produit. Il s'ensuit que, si l'on faisait passer l'épreuve positive dans le chronophotographe pour la projeter sur l'écran, les images successives ne viendraient plus se mettre exactement en face de l'objectif; il passerait trop d'images en un temps donné, de sorte que le sujet projeté se déplacerait lentement sur l'écran et sortirait du champ visible, tandis qu'un autre viendrait peu à peu le remplacer. Cet effet a dû causer des embarras à tous ceux qui ont construit des projecteurs chronophotographiques.

La perforation de la pellicule peut y remédier par les corrections incessantes que produisent les chevilles du cylindre en entrant dans les trous de la bande pelliculaire. Ces corrections ne sont-elles pas pour quelque chose dans le tremblotement des images projetées?

En tout cas, comme je me sers de pellicules non perforées, j'ai cherché à corriger l'effet de leur retrait en faisant varier, pendant les projections, le débit du premier laminoir du chronophotographe.

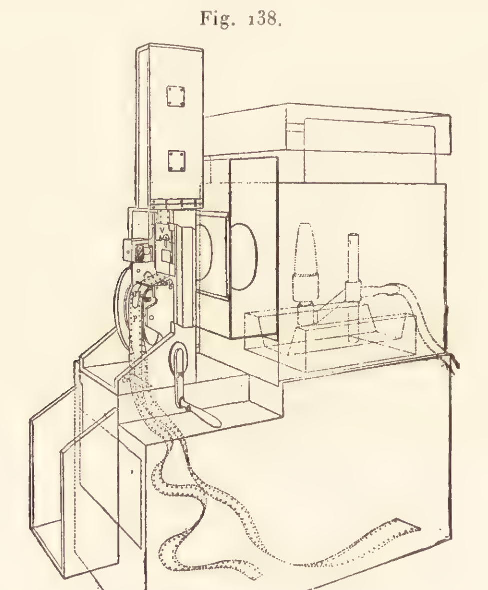
Puisque la pellicule rétractée fait que les images passent trop vite, il faut diminuer le débit du premier laminoir.

Pour cela, j'ai recouru à divers moyens, celui qui paraît le mieux réussir consiste à résister, au moyen d'un frein réglable, à l'entraînement de la bobine magasin. Il suffit d'une assez faible résis-

tance pour compenser ainsi le retrait de la pellicule. Cette correction se fait pendant la projection même; quelques tâtonnements permettent d'obtenir, en un instant, le fixage des images.

Le chronophotographe n'a besoin d'aucune modification pour devenir projecteur. A l'intérieur de la caisse aux images est un tube carré de métal qui encadre exactement la fenêtre où les images se forment. Ce tube est fermé en arrière par un volet qu'on ouvre pour diriger un faisceau de lumière sur l'image positive quand on

Fig. 138.



la projette. Dans la prise des images, au contraire, cette fenêtre est fermée et le tube a pour fonction d'empêcher la lumière qui traverse la pellicule sensible de se diffuser dans la chambre et de voiler la pellicule, soit avant, soit après son passage au foyer de l'objectif.

Il est inutile d'ajouter que les négatifs et les positifs ne doivent pas être tirés sur des émulsions de même sorte; du reste, toutes les grandes fabriques de films préparent des émulsions spéciales pour chacune de ces espèces, et il ne faut pas indifféremment employer l'une ou l'autre.

M. Gaumont a combiné un dispositif spécial pour le tirage des épreuves des appareils Demeny. Celui-ci se compose (*fig.* 138) d'une lanterne contenant un bec Auer et d'une lentille éclairante ; en avant, une boîte placée à hauteur voulue contient les deux rouleaux de pellicule, cliché et pellicule positive à impressionner. Une manivelle actionne un cylindre à chevilles qui entraîne les deux pellicules à la fois et les fait passer devant la fenêtre vivement éclairée de la boîte à lumière.

Projections. — Les très petites images données par le cinématographe demandent à être amplifiées très fortement, aussi est-il indispensable d'employer des éclairages intensifs : la lumière électrique tout d'abord, la lampe oxyéthérique si l'on n'a pas à sa disposition de source d'électricité.

Cette question de l'éclairage est de première importance, et elle est devenue depuis le malheureux accident du Bazar de la Charité un sujet de crainte pour les personnes qui assistent aux projections du cinématographe. Mais, à la seule condition de ne pas confier la manœuvre de ces appareils à des personnes maladroites et inexpérimentées, le danger est nul, et il est très important de le bien affirmer.

Aussi insisterons-nous tout particulièrement sur l'installation de ces appareils et sur leur manœuvre, en appuyant sur ceci, qu'il ne faut jamais négliger aucune des précautions minutieuses que nous énumérerons.

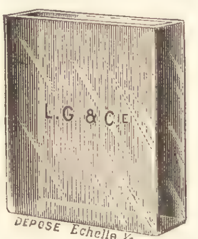
Le matériel des projections se compose, en outre du cinématographe muni de son objectif à projections, d'une lanterne avec régulateur électrique ou chalumeau à l'oxygène, d'un chevalet porte-appareil et d'un écran.

Lanterne. — La lanterne doit être entièrement en tôle et elle doit porter à l'avant un condensateur tantôt formé d'une seule, tantôt de deux lentilles plan-convexe. En avant de la lentille est disposée une coulisse dans laquelle se meut un volet de tôle percé de deux trous, de diamètre égal à celui du condensateur; l'un des deux est recouvert d'un verre dépoli qui sert à diffuser la lumière lors de la mise en place de la pellicule. Enfin on ajoute encore (modèle de M. Gaumont) une cuvette de verre (*fig.* 139) que l'on

remplit d'eau tenant en dissolution de l'alun, et qui absorbe la plus grande partie des rayons calorifiques.

Il faut éviter, en effet, de laisser, même un instant, le film au foyer du puissant faisceau lumineux projeté par le condensateur, car il

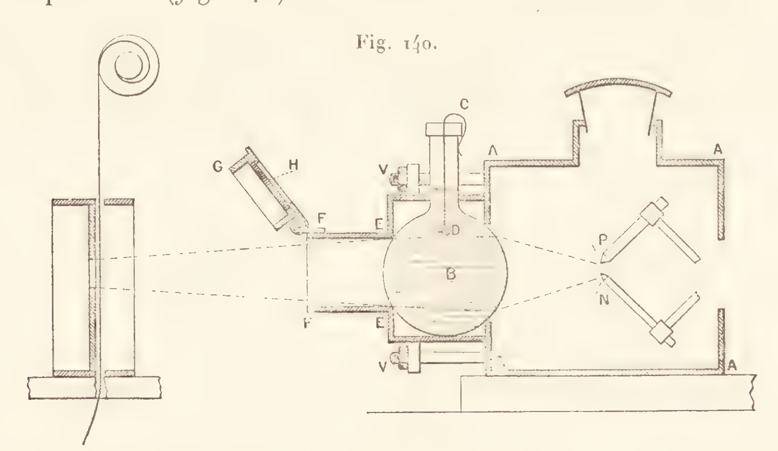
Fig. 139.



pourrait s'enflammer, et ne pas oublier que le celluloïd, composé essentiellement de coton-poudre, est inflammable au plus haut degré.

Pour éviter tout danger possible, MM. Lumière ont proposé de substituer au condensateur un ballon ordinaire en verre que l'on remplit d'eau (*fig.* 140).

Fig. 140.



AAAA, lanterne à projection; — B, ballon condensateur; — C, fil métallique supportant un fragment de coke D; — EEFF, boîte métallique noircie, destinée à fixer le ballon contre la lanterne au moyen des boulons V, V; — G, obturateur muni d'un écran translucide H en verre dépoli; — P, N, charbons du régulateur.

Avec ce globe remplaçant la lentille, les rayons lumineux sont concentrés, sans perte appréciable de pouvoir éclairant; et la plus

grande partie des rayons calorifiques sont absorbés de telle sorte qu'après une heure de fonctionnement continu l'eau entre en ébullition sans qu'il en résulte le moindre inconvénient; la température du faisceau concentré reste alors constante et très peu élevée. Enfin, la lumière est plus blanche, l'effet de la coloration verte du verre de la lentille est supprimé.

Si le ballon doit être enlevé pour une cause quelconque, s'il se casse, si l'eau s'écoule ou se vaporise, la condensation des radiations n'a plus lieu et il n'y a plus aucun échauffement à redouter.

Grâce à ce dispositif, il devient donc impossible de commettre des maladresses dangereuses, la concentration du faisceau étant produite par le corps même qui absorbe les rayons calorifiques.

On a soin d'introduire dans le ballon un petit fragment de coke, suspendu au moyen d'un fil, de façon à éviter l'ébullition tumultueuse du liquide dans le cas de fonctionnement intensif et prolongé, et, si l'on ne fait pas usage d'eau distillée, il est bon d'aciduler légèrement l'eau, pour éviter le dépôt de carbonate de chaux sous l'influence de l'élévation de température et de la vaporisation.

Régulateur. — Le régulateur le plus ordinairement employé se compose essentiellement de deux tiges métalliques supportant les charbons par lesquels arrive le courant électrique.

Ces tiges, à l'aide de boutons molletés manœuvrés à la main, peuvent se déplacer dans tous les sens, de façon que l'arc électrique soit toujours dans l'axe du condensateur et de la fente devant laquelle passe la pellicule. Enfin, on peut donner un mouvement d'ensemble qui permet soit de le rapprocher plus ou moins du condensateur, soit de le faire osciller autour d'un axe vertical.

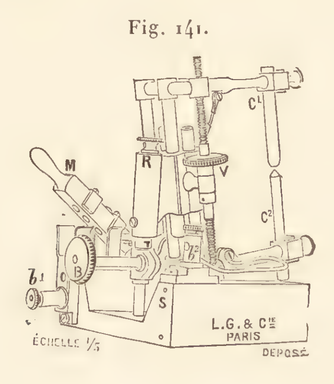
En général, il est préférable d'employer cette sorte de régulateur à main, car on n'a pas d'accidents à craindre dans le cas où le courant change d'énergie; en ayant sous la main un rhéostat on donne plus ou moins d'intensité à la lumière, mais on ne risque jamais de brûler les fils.

Le seul inconvénient de ce système est l'obligation où se trouve le manipulateur de ramener les charbons à la distance voulue; mais cette opération ne demande à être faite que toutes les deux ou trois minutes, et n'excède pas le temps nécessaire au passage d'une bande.

On peut cependant employer des régulateurs automatiques, qui se mettent au lieu et place du régulateur à main. Il faut seulement avoir le soin de doser exactement le courant au moyen d'un rhéostat, et d'un ampèremètre qui indique à tout instant l'état du courant.

Dans tous les cas le courant électrique arrive à l'appareil par l'intermédiaire de deux bornes correspondant respectivement aux charbons supérieur et inférieur. Pour amorcer l'arc, on rapproche les deux charbons jusqu'au contact, puis on les éloigne immédia-

Fig. 141.



tement; l'arc jaillit aussitôt, et l'on obtient un bon éclairage en maintenant l'écart des charbons à 3^{mm} ou 4^{mm}, pour un courant de 15 ampères.

Nous citerons entre autres le régulateur de M. Gaumont (*fig.* 141), d'une extrême solidité et d'un maniement très facile.

Le *rhéostat* permet de régler le débit du courant, en introduisant une résistance variable dans le circuit. Il doit toujours être à portée de l'opérateur, afin que celui-ci puisse effectuer le réglage sans avoir à s'éloigner de l'appareil.

Pendant la marche, il arrive souvent que le rhéostat s'échauffe outre mesure et devient rouge; il est donc indispensable de l'éloigner assez des films, car, si ceux-ci venaient à le toucher, ils s'enflammeraient aussitôt.

Lampes à oxygène. — Quand on ne peut avoir l'électricité, on remplace le régulateur par un chalumeau à gaz oxhydrique, et le modèle le plus commode est le chalumeau à éther.

C'est là un instrument qui ne présente en lui-même aucun danger; sans doute il demande quelques précautions, mais ce sont celles que nécessite toujours l'emploi de l'éther, dont les vapeurs sont essentiellement inflammables.

Le saturateur de Molteni est celui qui donne la marche la plus régulière, et que l'on emploie presque toujours en ce cas; convenablement réglé, il donne une lumière intense.

Sans avoir à décrire ici la manœuvre de l'appareil, nous rappellerons que les précautions à prendre sont les suivantes :

1° Ne jamais remplir le récipient à la lumière ou dans une pièce où il y a du feu; et, si la lampe vient de servir, attendre qu'elle soit refroidie.

2° N'employer que de l'éther pesant 720^{gr} à 723^{gr} le litre, et à la rigueur de la gazoline (essence légère de pétrole) pesant au plus 650^{gr} le litre. C'est là, surtout en ce qui concerne l'essence de pétrole, un point important.

3° Après avoir rempli la lampe, attendre quelques instants pour que le liquide soit bien absorbé, et déverser l'excédent, comme il est dit dans l'instruction que donne le constructeur avec chaque appareil.

4° Ne jamais allumer avant de s'être assuré qu'il ne sort aucun liquide par le bec du chalumeau; à cet effet, laisser souffler l'oxygène quelques instants et n'allumer que lorsqu'il ne se produit plus aucun crachement.

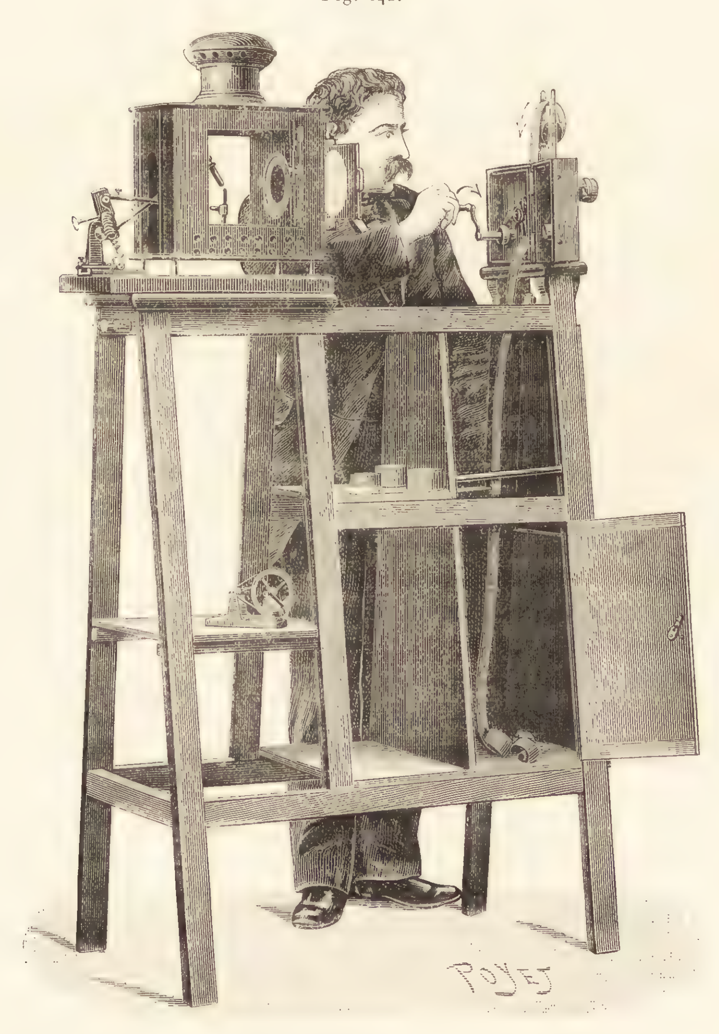
Moyennant ces précautions très simples, aucun accident n'est à redouter et le saturateur donne une lumière fixe, très blanche et d'une très grande intensité.

Objectif à projection. — En général, chaque appareil est muni d'une série d'objectifs de foyers différents afin de parer à toutes les éventualités; on obtient alors par un simple changement d'objectif une image à la grandeur voulue, quel que soit le recul dont on puisse disposer.

Il ne faut pas oublier seulement que les très grandes images, alors surtout qu'elles sont produites par un recul considérable, 15^{m} et 20^{m}, demandent toujours un éclairage intense; et dans ce cas l'électricité est indispensable.

Il faut toujours une intensité lumineuse vive, et mieux vaut s'abstenir que de projeter des images noires, blafardes, dans lesquelles sont perdues toutes les illusions de la réalité.

Fig. 142.



Chevalet. — Le chevalet (*fig.* 142) est un support de bois destiné à supporter le cinématographe, d'une part, et la lanterne à pro-

jection, de l'autre. Dans le modèle de MM. Lumière, il existe à l'avant, au-dessous du cinématographe, un compartiment fermé par une porte dans lequel se déroule la bande après son passage dans l'instrument.

Dans les modèles de MM. Gaumont, Zion, Demaria et autres, une bobine réceptrice se charge de l'enroulement automatique de la bande pelliculaire.

Le chevalet sera toujours en bois pesant, et il sera utile de le surcharger à sa partie inférieure de poids lourds, gueuses de fonte ou saumons de plomb; et cela afin d'absorber le plus possible les vibrations sonores et trépidations qui pourraient faire vaciller les images. C'est là un point important que l'on ne saurait trop recommander, car ce sont tous ces petits détails qui, réunis, arrivent à donner une illusion complète.

Écran. — Les projections animées gagnent beaucoup à être projetées par réflexion et non par transparence; et dans ce dernier cas elles seraient toujours de très petite surface, car il faudrait un recul considérable si l'on voulait obtenir ainsi des images un peu grandes.

L'écran sera de préférence fait de cette façon; sur un cadre de bois léger, renforcé à l'arrière par des traverses, on tend un morceau de calicot neuf, ayant conservé son apprêt, et par derrière on colle plusieurs épaisseurs de papier blanc, épais, de façon à empêcher toute lumière de passer au travers; sans cette précaution on perd beaucoup de lumière, il faut donc chercher à obtenir un écran qui réfléchisse presque complètement tous les rayons lumineux.

L'idéal en cette circonstance serait un mur enduit de plâtre, de plâtre de Paris très blanc, bien entendu.

Dispositions générales de la salle. — L'écran est placé à l'extrémité de la salle et à $2^{m},50$ au moins au-dessus du sol, de façon à être vu de tous les spectateurs, sans que les têtes des premiers rangs empêchent ceux placés à l'arrière de voir bien complètement toute l'image. Plus l'écran sera haut, mieux il sera vu.

L'appareil projecteur sera installé en face de l'écran, à l'autre

bout de la salle; au moyen d'une estrade, le chevalet sera élevé de façon à ce que l'objectif du cinématographe soit exactement à la hauteur du centre de l'écran; il faut éviter le plus possible d'incliner l'appareil pour rattraper ce centrage.

Les spectateurs seront disposés en rangées parallèles à l'écran, en évitant de placer le premier rang trop près de celui-ci; d'une façon générale, les meilleures places sont les plus éloignées.

L'éclairage électrique de la salle doit être divisé en deux groupes de lampes. L'un d'eux est supprimé pendant toute la durée d'une séance, l'autre pendant le passage de chaque bande, et est rétabli aussitôt après.

Ces suppressions se font à l'aide de commutateurs qui doivent être à portée de la main du manipulateur. Il est avantageux d'employer, pour le groupe de lampes qui doivent rester éteintes pendant la durée d'une séance, un commutateur à deux directions, de telle sorte que, en supprimant le courant dans ce groupe, on envoie le courant principal de la canalisation électrique dans le régulateur de la lanterne.

Une installation électrique est toujours pourvue de bouchons, dits *de sûreté,* qui suppriment le courant dans le cas où, pour une cause imprévue, il atteindrait une intensité exagérée; il faut avoir soin de les faire placer à portée de la main, de façon à être remplacés facilement.

Pour utiliser le mieux possible la lumière de l'arc dans les projections, certaines précautions sont nécessaires.

La lanterne étant en place, on enlève le cinématographe; le faisceau de lumière s'étale sur l'écran en une zone circulaire, dont le centre doit se confondre avec celui de l'écran. On déplace la lanterne, en avant ou en arrière, jusqu'à ce qu'on voie se dessiner l'image nette et brillante des deux charbons. On place alors le cinématographe muni de l'objectif, en l'orientant de telle sorte que l'image de la fenêtre occupe le centre de l'écran, puis on met au point.

Passage des bandes. — Pour le passage des bandes (*fig.* 143), on met d'abord en place le porte-pellicule; cet accessoire se fixe à la partie supérieure du cinématographe.

Fig. 143.



Nous figurons celui de Lumière (*fig.* 144); on peut également voir celui de Demeny (*fig.* 145).

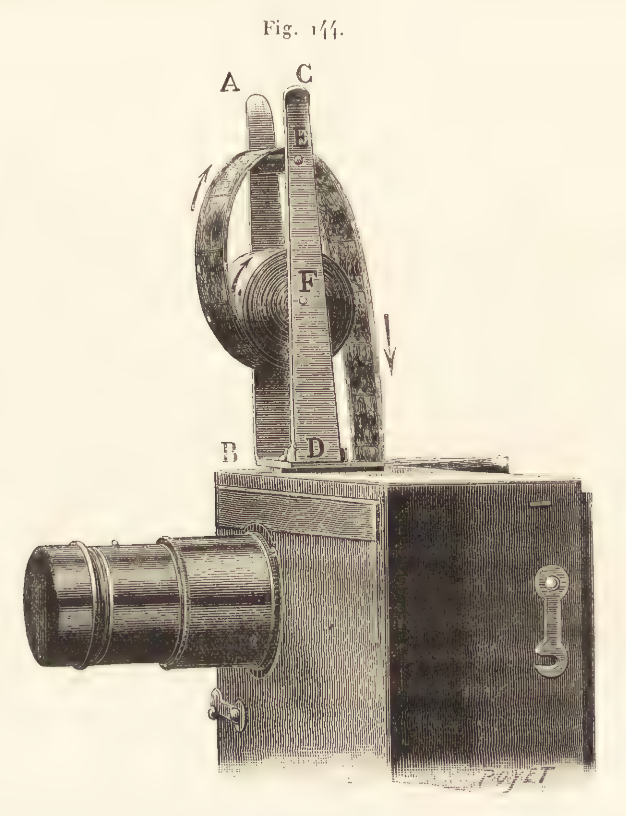
Ce porte-pellicule de Lumière se compose de deux montants en laiton AB, CD, réunis au moyen d'une équerre par leurs deux extrémités inférieures. Le montant AB porte deux tiges E, F, horizontales. Le montant CD est articulé sur l'équerre de manière à pouvoir se rabattre sur la face supérieure du cinématographe.

Avec la bobineuse on enroule la bande pelliculaire, *gélatine en dehors,* en commençant par la fin. On rabat le montant gauche CD du porte-pellicule, et l'on introduit le rouleau de pellicule de façon que le déroulement ait lieu, la gélatine dirigée vers l'opérateur. On fait passer la bande sur la tige supérieure. On relève le montant gauche, puis on introduit la pellicule dans la gaine de velours en procédant comme pour la prise des négatifs.

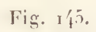
La lumière de l'arc étant réglée, on tire l'obturateur translucide de la lanterne,

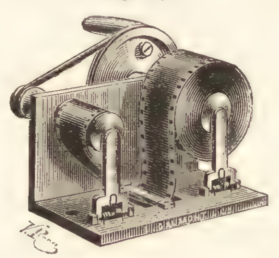
on supprime l'éclairage de la salle, et l'on n'a plus qu'à tourner la

Fig. 144.



manivelle à raison de deux tours par seconde, les disques obtura-


Fig. 145.



teurs étant placés de façon à obtenir le maximum d'éclairement.

Quand la pellicule est complètement déroulée, on rétablit l'éclairage partiel de la salle, en même temps qu'un aide ferme l'obturateur translucide de la lanterne. On place le rouleau suivant sur le porte-pellicule, tandis que l'aide, au moyen de la bobineuse, enroule à nouveau la pellicule qui vient de passer et l'enferme aussitôt dans une boîte de fer-blanc afin de la préserver de tout accident.

Grille. — Pour des raisons multiples, tous les appareils donnant des projections animées présentent, en dehors du mouvement propre à l'animation du sujet projeté, des déplacements alternatifs ou simultanés de la pellicule dans les plans horizontal et vertical. Dans les appareils bien construits et avec des bandes bien réglées, ces déplacements sont réduits au minimum, mais, si faibles que soient ces mouvements, ils ne laissent cependant pas encore, à la longue, de fatiguer le spectateur.

Pour remédier à ce défaut, M. Gaumont a construit un petit accessoire qui donne d'excellents résultats. Sa construction est, comme le nom de l'appareil l'indique, fondée sur un assemblage à claire-voie de petits carreaux imitant les mailles d'un filet. Il peut donc être constitué ou par des réseaux opaques appliqués sur une surface transparente, ou par une surface opaque ajourée en claire-voie.

La grille est donc un éventail (*fig.* 146) de couleur noire, perforé d'une multitude de petits trous carrés; il suffira de l'interposer entre les yeux et l'image projetée et de lui donner un léger mouvement de va-et-vient, pour voir avec une netteté absolue et sans la moindre trépidation se dérouler la scène animée que le cinématographe projette sur l'écran.

L'usage de la grille permet en outre de donner un mouvement moins rapide au déroulement de la pellicule, tout en laissant la même animation au sujet.

On peut donc par ce moyen allonger la durée du spectacle, ménager la bande, et, lors de la prise du sujet, avoir sur une même bande une scène beaucoup plus longue que celles obtenues précédemment.

Employée par les spectateurs, la grille n'exige aucune modification aux appareils existants; son petit volume et sa forme ne

sauraient gêner en rien ceux qui en font usage; et, en même temps qu'elle supprime tout scintillement, elle amoindrit, d'une façon

Fig. 146.



très notable, les éclats provenant d'arrachements, d'égratignures et de défauts de la couche sensible de la pellicule.

Nettoyage de l'appareil. — Après chaque séance, il ne faut jamais négliger de faire subir un nettoyage complet à l'appareil, car il est de toute importance de vérifier la propreté absolue de toutes les pièces du cinématographe; faute de ce soin, les bandes s'abîment rapidement et ne peuvent faire un long usage. Les pièces essentielles susceptibles de tourner ou de glisser seront toujours lubrifiées légèrement avec de la vaseline ou, à la rigueur, avec un mélange d'huile d'olive et de pétrole. De temps en temps elles seront nettoyées à fond avec un pinceau imbibé de pétrole.

Pendant ce nettoyage, éviter soigneusement l'introduction de tout corps étranger entre l'excentrique et le cadre porte-griffes, ce qui fausserait immédiatement l'appareil (système Lumière).

La glace-presseur doit être nettoyée avec soin après le passage de chaque bande, afin d'enlever les poussières qui abîmeraient la pellicule, en la sillonnant de rayures.

Le velours sera brossé avec une brosse à dents très propre et pas trop dure.

Entretien des pellicules. — Les pellicules doivent enfin être entretenues dans un état de souplesse régulier; si elles sèchent trop, elles deviennent cassantes et les perforations s'écaillent. On évite en partie cet accident par l'emploi du bain glycériné dont nous avons parlé page 157, mais par le passage à la lanterne, elles ne tardent pas à se dessécher et il faut les humidifier de nouveau : opération qui se fait dans la boîte dite *à humidifier*.

Cette boîte est séparée en deux compartiments horizontaux par un grillage en toile métallique.

Dans le compartiment inférieur on place un feutre épais ou des fragments d'éponge imprégnés d'eau additionnée de quelques gouttes d'acide phénique pour éviter les moisissures.

Dans le compartiment supérieur et sur le grillage on dispose les pellicules placées dans leur boîte découverte.

Entre chaque séance on couvre cette boîte.

Le soir, les séances terminées, on enroule les bandes à l'envers et on les laisse enfermées dans la boîte à humidifier jusqu'au lendemain.

BREVETS.

242886. — Anschütz : Procédé de projection d'images à mouvements stroboscopiques.
250987. — Farmer : Kinétoscope.
251549. — Joly : Photo-zootrope.
251780. — Leroy : Imitation des mouvements.
252517. — Pasche : Chronographe.
252603. — Fouché : Images successives représentant un sujet animé.
253195. — De Bedts : Appareils chronophotographiques.
253452. — Poulenc : Appareil chronophotographique.
253708. — Werner : Appareil chronophotographique.
254089. — Mortier : Aléthescope enregistrant photographiquement les scènes animées.
254298. — Labarthe : Cinémagraphe.
254394. — Pepin : Cinégraphoscope.
254502. — Desmarest, Demeyer et Auguin : Appareil chronophotographique.
254540. — Parnaland : Reproduction de scènes animées.
254836. — Joly : Appareil chronophotographique.
254869. — Desmarest, Demayer et Auguin : Appareils chronophotographiques.
254770. — *Ibid.*
254883. — Carpentier : Mécanisme pour bandes chronophotographiques.
254908. — Werner et Monier : Appareil chronophotographique.
255107. — Brun : Appareil à photographier les corps en mouvement.
255164. — Carpentier : Appareil pour photographier des scènes animées.
255176. — Jost : Appareil à photographies multiples.
255269. — Fouché : Cinématoscope.
255292. — Short : Kinétoscope.

255702. — Charles : Commande de la pellicule dans la Photographie animée.
255773. — Gautier : Appareil d'enregistrement et de reproduction d'images animées.
255857. — Oller et Varlet : Appareil pour projections animées.
255988. — Berjonneau, Rambaud et Ménard : Appareil à prendre des photographies en série.
256140. — Parnaland : Appareil chronophotographique.
256159. — Coudray : Kinestéréographe.
256284. — Binet : Appareil chronophotographique.
256364. — Wegener : Appareil reproduisant le mouvement par la Photographie.
256388. — Joly : Dispositif évitant le scintillement dans la projection des vues chronophotographiques.
256389. — Joly : Pellicules à images positives pour appareils de projection.
256600. — Maiche : Appareil permettant de voir des images en mouvement et en relief.
256834. — Canellos : Commande pour la production des photographies animées.
257002. — De Bouillonne : Appareil chronophotographique.
257089. — Parnaland : Appareil pour la projection de scènes animées.
257092. — Kohn : Appareil pour la photographie et la projection de scènes animées.
257117. — Tavan : Appareil de Chronophotographie.
257131. — Darras : Cinématographe.
257178. — Dr Marey : Chronophotographe.
257550. — Tournachon : Appareil pour photographier des images animées.
257551. — Roslin d'Ivry : Appareil pour la projection des photographies animées.
257582. — Perret et Lacroix : Appareil pour photographies animées.
257730. — Messager : Appareil pour projeter des scènes animées.
257965. — Leroy : Chronophotographe.
258071. — Terme : Appareil pour la Photographie animée.
258523. — Zion et Gautier : Appareil projecteur des photographies animées.
258583. — Damoiseau : Appareil chronophotographique.
258692. — Alexandre : Appareils chronophotographiques.
258956. — Reignier et Morand : Mécanisme à faire avancer une bande photographique.
259045. — Lumière : Reproduction des mouvements et des sons dans les projections.
259515. — Lumière : Vision directe des épreuves chronophotographiques.
259524. — Nozan : Photographie animée.

259549. — Lapipe : Projection de vues animées.
260768. — Werner : Appareil chronophotographique.
260870. — Lévy : Moteur de la pellicule pour appareils de Photographie animée.
260923. — Wraz : Projection d'images photochronographiques.
261292. — Bungli et Continzouza : Projection de la Photographie animée.
261296. — Joux : Instrument chronophotographique.
261327. — Gauthier : Photographies animées.
261450. — Digeon et fils aîné : Méthodes d'enseignement technique par l'emploi de photographies animées.
261560. — Monnard : Projection des photographies animées.
261650. — Baron : Appareil pour projections circulaires animées.
261731. — Mendel : Appareil pour la Photographie animée.
261859. — Holst : Chambres cinématographiques.
262017. — Demeny : Appareil chronophotographique.
262120. — Armand : Substitution du verre au celluloïd dans les projections du cinématographe.
262509. — Bargigli : Projection des photographies animées.
262780. — Dusczn : Chronoscope parisien.
262913. — Kirchner : Chronophotographe.
262946. — Perret et Lacroix : Appareil pour la projection de scènes animées.
263128. — Dvorak : Obtention simultanée de plusieurs images photographiques.
263636. — Kenckel : Projection de scènes animées.
264678. — Chauvin : Cinématographe.
265340. — Bergognant : Cinématographe.
266010. — Reignier : Photobiographe.
266131. — Grivolas : Appareil chronophotographique.
266472. — Poplawski : Appareil pour la reproduction des scènes animées.
267396. — Latharn : Appareils destinés à photographier des objets en mouvement et à projeter les images ainsi obtenues.
267471. — Dupuis et Forestier : Kinétoscope et cinématographe.
270671. — Kirchner dit Lear : Biographe perfectionné dit *Biographe français*.
270883. — Elkan et Sternberg : Nouvel appareil photographique servant à la pose et à la projection d'épreuves chronophotographiques.
271768. — Lévy et ses fils : Appareil genre kinétoscope destiné à faire des vues animées sur papier dit *Motoscope*.
272141. — Prepognot : Appareil permettant de prendre des vues animées et de les reproduire avec l'illusion du relief.
272458. — Société Chicago Recording Seale Co : Appareil perfectionné pour prendre, agrandir et projeter des images successives d'objets animés.

272517. — Grimoin : Nouvel appareil permettant de photographier et de projeter sur un écran circulaire des vues animées panoramiques en couleur par le Cinécosmorama Sanson.
273605. — De Laporte : Cinématographe.
274521. — Kirchner dit Lear : Appareil chronophotographique dit *Biographe français Lear.*
274692. — Wolff : Kinétoscope.
274957. — Bagrachow : Biographe populaire Bagrachow.
275160. — Viney : Bioscope, appareil destiné à obtenir par la Photographie la projection du mouvement sans scintillement.
275567. — Koopman : Perfectionnement dans les appareils permettant de voir des images successives dits *Mutoscopes.*
275987. — Société Attl et Cuisinier : Nouveau cinématographe.
276554. — Claparède et la Société Gaumont et Cie : Système de reproduction des scènes animées par vision directe ou par projection.
276628. — Baron : Système d'appareil perfectionné pour enregistrer et reproduire simultanément les scènes animées et les sons qui les accompagnent.
— 278285. — Demeny et Martin : Système d'appareil destiné à prendre des séries d'images photographiques et pouvant servir aussi à la vision ou à la projection de ces images.
278347. — Lumière : Perfectionnements à l'obtention et à la projection des images chronophotographiques.

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE I.

Origines de la Photographie animée.

CHAPITRE II.

Applications photographiques.

CHAPITRE III.

Manipulations diverses et manœuvre des appareils.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

6286 B. — PARIS, IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS,
55, quai des Grands-Augustins.

BIBLIOTHÈQUE PHOTOGRAPHIQUE.

(Ouvrages récemment parus.)

BERNARD (**J.**) et **TOUCHEBEUF** (**L.**). — **Petits clichés et grandes épreuves.** *Guide photographique du touriste cycliste.* In-18 jésus; 1898 .... 2 fr. 75 c

COURRÈGES (**A.**), Praticien. — **Le portrait en plein air.** In-18 jésus, avec figures et 1 planche en photocollographie; 1898...... 2 fr. 50 c.

COURRÈGES (**A.**), Praticien. — **La retouche du cliché. Retouche chimique, physique et artistique.** In-18 jésus; 1898....... 1 fr. 50 c.

COURRÈGES (**A.**), Praticien. — **Impression des épreuves sur papiers divers par noircissement direct, par impression latente et développement.** In-18 jésus avec figures; 1898 .... 2 fr.

HORSLEY-HINTON (**A.**), Auteur de *L'art photographique dans le paysage*, etc. — **La Platinotypie.** *Traité pratique.* Traduit de l'anglais par G. Devanlay. In-18 jésus avec figures et spécimens; 1898. 1 fr. 50 c.

LONDE (**A.**), Directeur du Service photographique et radiographique à la Salpêtrière (Clinique des maladies du système nerveux), Lauréat de l'Académie de Médecine, de la Faculté de Paris, Officier de l'Instruction publique. — **Traité pratique de Radiographie et de Radioscopie.** *Technique et applications médicales.* Grand in-8 avec 113 figures; 1899. 7 fr.

ROBINSON (**H.-P.**). — **Les éléments d'une photographie artistique.** Traduit de l'anglais par Hector Colard, Membre de l'Association belge de Photographie. Grand in-8, avec 38 figures d'après des clichés de l'Auteur et 1 planche; 1898 .... 4 fr.

ROBINSON (**H.-P.**). — **La Photographie en plein air. Comment le photographe devient un artiste.** Traduit de l'anglais par Hector Colard. 3e tirage. 2 volumes grand in-8, se vendant séparément.

Ire Partie : *Des plaques à la gélatine. — Nos outils. — De la composition. — De l'ombre et de la lumière. — A la campagne. — Ce qu'il faut photographier. — Des modèles. — De la genèse d'un tableau. — De l'origine des idées.* Avec figures et 2 planches photocollographiques; 1899.......... 2 fr. 75 c.

IIe Partie : *Des sujets. — Qu'est-ce qu'un paysage? — Des figures dans le paysage. — Un effet de lumière. — Le soleil. — Sur terre et sur mer. — Le ciel. — Les animaux. — Vieux habits! — Du portrait fait en dehors de l'atelier. — Points forts et points faibles d'un tableau. — Conclusion.* Avec figures et 2 planches photocollographiques; 1899.................. 2 fr. 50 c.

SCHILTZ. — **Manuel pratique d'Héliogravure en taille-douce.** In-18 jésus; 1899 .... 1 fr. 75 c.

SEYEWETZ (**A.**), Sous-Directeur et Chef des Travaux à l'École de Chimie industrielle de Lyon. — **Le développement de l'image latente en Photographie.** In-18 jésus; 1899 .... 2 fr. 75 c.

